

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาพัฒนาหลอด LED เพื่อใช้งานในอุตสาหกรรมการประมงหมึก  
Study and Development of Power Consumption Reduction using LED  
in the Fishery Industry



เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน..... 72730  
วัน,เดือน,ปี..... 22 ส.ย. 2550

b. 11292012  
i.....

ปฏิญานีพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปีการศึกษา 2549

การศึกษาพัฒนาหลอด LED เพื่อใช้งานในอุตสาหกรรมการประมงหมึก  
Study and Development of Power Consumption Reduction using LED in  
the Fishery Industry



อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร. สุวัฒน์ กิตติรัตน์สัจจา

ดร. สมภาพ ผลไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2549


ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

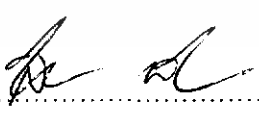
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การศึกษาพัฒนาหลอด LED เพื่อใช้งานในอุตสาหกรรมการประมงหมึก

ผู้จัดทำ

- 
1. นาย ดำรงรัตน์ สามพิมพ์
  2. นาย พัฒนกิจ เหมือนชู
  3. นาย ภาณุวัฒน์ สร้อยสน

  
.....อาจารย์ที่ปรึกษา  
( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒน์ กิตติรัตน์สัจจา )

  
.....อาจารย์ที่ปรึกษา  
(ดร. สมภพ ผลไม้)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การศึกษาพัฒนาหลอด LED เพื่อใช้งานในอุตสาหกรรมการประมงหมึก

นาย ดำรงรัตน์ สามพิมพ์

นาย พัฒนกิจ เหมือนชู

นาย ภาณุวัฒน์ สร้อยสน

ผศ.ดร.สุพัฒน์ กิตติรัตน์สัจจา อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร. สมภาพ ผลไม้ อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2549

### บทคัดย่อ

โดยทั่วไปอุตสาหกรรมประมงหมึก มีการใช้หลอดไฟประเภทเมทัลฮาไลด์มาใช้ในการได้น้หมึก ในปฏิญญาปีพ.ศ.นี้ได้เริ่มนำหลอด LED มาทดลองใช้ในอุตสาหกรรมประมงหมึก เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการให้กำเนิดแสงสีน้ำเงิน , สีเขียว สูงกว่าแหล่งกำเนิดแสงแบบอื่นอีกทั้งหลอด LED จะมีความทนทานและอายุการใช้งานที่นานกว่า ในการทดลองได้ใช้หลอด LED 2 สี คือ สีเขียว และ สีน้ำเงิน เพื่อทดลองใช้ในอุตสาหกรรมประมงหมึกโดยสามารถปรับความสว่างของ LED ได้ให้เหมาะสมต่อการใช้งาน เพื่อให้เกิดประโยชน์ทางด้านอุตสาหกรรมประมงหมึกในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Study and Development of Power Consumption Reduction using LED in the Fishery Industry

Dumrongrat Sampim

Pattanakit Mueanchoo

Panuwat Soyson

Asst. Prof. Dr. Supat Kittiratsatcha Advisor

Dr. Sompob Polmai Advisor

2006

### ABSTRACT

Now aday, Metal-halide lamp has been used for squid fishery. This type of lamp has a high enery consumption and produce less useful light for the fishery. This project presents the use of LED with blue and green color instead of the metal-halide lamp for squid fishery. Because the LEDs can produce selective blue and green wavelength which are more sensitive to the squid than the white light from the metal-halide lamp, the lower level of power consumption can be expected when LEDs are used in the fishery. The prototype LED lamps for small ship fishery have been built and experiment on the practical fishery condition has been carried out.

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีเนื่องด้วยความช่วยเหลือและสนับสนุนที่เกี่ยวกับ  
โครงการจากบุคคลหลายท่าน

ขอกราบขอบพระคุณบิดาและมารดาของคณะผู้จัดทำ

ขอขอบคุณ อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.สุวัฒน์ กิตติรัตน์สัจจา และ ดร.สมภพ ผลไม้ ที่  
ได้ให้คำแนะนำทั้งทางทฤษฎีและการทดลองที่เกี่ยวข้องกับโครงการและยังสนับสนุนอุปกรณ์  
อื่นๆ รวมถึงคอยติดตามผลการดำเนินงานอยู่ตลอด ทำให้ทางกลุ่มมีความตั้งใจที่จะทำงานให้  
สำเร็จ

ขอขอบคุณ พี่ๆนักศึกษาปริญญาโท ที่ได้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือในทุกๆเรื่อง  
เกี่ยวกับโครงการนี้

ขอขอบคุณสมาชิกในกลุ่มทุกท่านที่ช่วยกันทำงานและยังอยู่คอยเป็นกำลังใจให้กัน  
และกัน อยู่เสมอมา จึงทำให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผู้จัดทำ

นาย ต๋ารงรัตน์ สามพิมพ์  
นาย พัฒนกิจ เหมือนชู  
นาย ภาณุวัฒน์ สร้อยสน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	I
ABSTRACT.....	II
สารบัญรูป.....	III
สารบัญตาราง.....	IV
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 เขตของการกำหนดโครงการ.....	2
1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน.....	4
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 การประมงหมึกในประเทศไทย.....	4
2.1.1 แหล่งและฤดูทำการประมง.....	4
2.1.2 ชนิดและปริมาณของปลาหมึกในเขตทะเลอ่าวไทย.....	4
2.1.3 ผลสำรวจการแพร่กระจายของปลาหมึกในอ่าวไทย.....	4
2.2 ขั้นตอนการไดน์หมึก.....	6
2.2.1 การเตรียมเรือประมง.....	6
2.2.2 เวลาและสถานที่.....	7
2.2.3 เริ่มไดน์หมึก.....	7
2.2.4 ลงอวนครอบหมึก.....	11
2.3 ผลของกำลังไฟต่ออัตราการจับนำโดยเครื่องมือไดน์หมึก.....	12
2.4 การตอบสนองต่อความยาวคลื่นแสงของปลาหมึกชนิดต่างๆ.....	12
2.5 องค์ประกอบของแสงจากแหล่งกำเนิดแสงต่างๆ.....	13
2.6 การเปรียบเทียบการประมงหมึกในประเทศไทยและประเทศญี่ปุ่น.....	15
2.7 การนำหลอด LED มาใช้ในการประมงหมึกในประเทศไทย.....	17
บทที่ 3 การออกแบบโคม LED สำหรับเรือประมงพื้นบ้านทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	18
3.1 ชนิดของหลอด LED ที่ใช้.....	18
3.2 การออกแบบดวงโคม.....	18
3.3 การประกอบดวงโคม LED ที่ทำการติดตั้งทดลอง.....	19
3.4 การออกแบบค่าความต้านทานในการกำจัดกระแส.....	20
3.4.1 การออกแบบคำนวณหาค่าความต้านทาน ของหลอด LED สีเขียว.....	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ ( ต่อ )

หน้า

3.4.2	การออกแบบคำนวณหาค่าความต้านทาน ของหลอด LED สีน้ำเงิน.....	20
3.5	การออกแบบชุดควบคุมแรงดันเพื่อปรับความสว่างของหลอดโคมLED...21	
บทที่ 4	ผลการทดลอง.....	22
4.1	การทดสอบวัดค่าความเข้มแสงของหลอด LED สีน้ำเงินและ LED สีเขียว.....	22
4.2	ไดอะแกรมการทดสอบค่าความส่องสว่างเปรียบเทียบ ระหว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ กับหลอด LED สีน้ำเงิน และหลอด LED สีเขียว.....	26
4.3	การทดสอบเปรียบเทียบความส่องสว่างของหลอดLED สีน้ำเงินและหลอดLED สีเขียวในการโคมหิมิกบนเรือประมงพื้นบ้าน.....	43
4.4	สรุปการทดสอบดวงโคม LED ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการทางแสง.....	48
บทที่ 5	สรุปผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	49
5.1	สรุปผลการทดลองในสภาวะจริง.....	49
5.2	วิจารณ์ผลการทดลองในสภาวะจริง.....	49
ภาคผนวก		
กิตติกรรมประกาศ		
เอกสารอ้างอิง		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ด้านข้างของเรือประมงไคน์หมึก.....	6
2.2 ด้านบนของเรือประมงไคน์หมึก.....	7
2.3 แสดงการกางเสาที่ติดตั้งหลอดไฟออก.....	8
2.4 หมึกเริ่มรวมตัวกันฝั่งข้างลำเรือ.....	8
2.5 แสดงการปรับหลอดไฟให้มีความสว่างลดลงเพื่อรวมหมึก.....	9
2.6 แสดงการปรับหลอดสปอตไลท์ให้มีความสว่างลดลงก่อนลงอวน.....	9
2.7 แสดงการรวมตัวของฝูงหมึกก่อนลงอวน.....	10
2.8 แสดงโครงสร้างของเครื่องมือทำการประมงอวนครอบไคน์หมึก.....	10
2.9 แสดงโครงสร้างของการทำงานเครื่องมือทำการประมงอวนครอบไคน์หมึก.....	11
2.10 แสดงชาวประมงขนาดยกอวนครอบขึ้นบนลำเรือ.....	11
2.11 เปรียบการลดทอนของแสงในน้ำแบ่งตามความยาวคลื่น.....	13
2.12 คุณลักษณะของ LED สีน้ำเงิน.....	14
2.13 การติดตั้งหลอด Metalhalide บนตัวเรือ.....	15
2.14 เรือประมงพื้นบ้าน.....	16
2.15 เรือประมงอุตสาหกรรม.....	16
3.1 แสดงโครงสร้างของหลอด LED ชนิด ไอพลักซ์.....	18
3.2 แสดงดวงโคมที่ได้ออกแบบ.....	18
3.3 ไดอะแกรมการต่อหลอด LED สีเขียว และหลอด LED สีน้ำเงิน.....	19
3.4 รูปแบบของดวงโคม LED ที่จะทำการติดตั้งทดลอง.....	20
3.5 วงจรชุดควบคุมแรงดันเพื่อปรับความสว่างของหลอดโคม LED.....	21
4.1 วงจรทดลองเพื่อหาค่ากระแส แรงดันและค่า lux.....	22
4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสกับค่าความส่องสว่างของLED1หลอด. 24	24
4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสกับค่าความส่องสว่างของLED3หลอด. 25	25
4.4 การติดตั้งดวงโคมในห้องปฏิบัติการ.....	26
4.5 องศา 0 -180 องศาที่ทำการวัดโดย Luxmeter.....	27
4.6 กราฟแสดงความส่องสว่างของค่า Elevation Angle กับ Luminous Intensity มุมติดตั้งดวงโคมที่ 0-90 องศาของ หลอดฟลูออเรสเซนต์สีเขียว.....	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.7 กราฟแสดงความส่องสว่างของค่า Elevation Angle กับ Luminous Intensity มุมติดตั้งดวงโคมที่ 0-270 องศาของ หลอดฟลูออเรสเซนต์สีเขียว.....	30
4.8 กราฟแสดงความส่องสว่างของค่า Elevation Angle กับ Luminous Intensity มุมติดตั้งดวงโคมที่ 0-90 องศาของ หลอดฟลูออเรสเซนต์สีน้ำเงิน.....	33
4.9 กราฟแสดงความส่องสว่างของค่า Elevation Angle กับ Luminous Intensity มุมติดตั้งดวงโคมที่ 0-270 องศาของ หลอดฟลูออเรสเซนต์สีน้ำเงิน.....	33
4.10 กราฟแสดงความส่องสว่างของค่า Elevation Angle กับ Luminous Intensity มุมติดตั้งดวงโคมที่ 0-90 องศาของ หลอด LED สีเขียว.....	36
4.11 กราฟแสดงความส่องสว่างของค่า Elevation Angle กับ Luminous Intensity มุมติดตั้งดวงโคมที่ 0-270 องศาของ หลอด LED สีเขียว.....	36
4.12 กราฟแสดงความส่องสว่างของค่า Elevation Angle กับ Luminous Intensity มุมติดตั้งดวงโคมที่ 0-90 องศาของ หลอด LED สีน้ำเงิน.....	39
4.13 กราฟแสดงความส่องสว่างของค่า Elevation Angle กับ Luminous Intensity มุมติดตั้งดวงโคมที่ 0-270 องศาของ หลอด LED สีน้ำเงิน.....	39
4.14 กราฟแสดงความส่องสว่างของค่า Elevation Angle กับ Luminous Intensity มุมติดตั้งดวงโคมที่ 0-90 องศาของ หลอด LED สีเขียวผสมกับหลอด LED สีน้ำเงิน.....	42
4.15 กราฟแสดงความส่องสว่างของค่า Elevation Angle กับ Luminous Intensity มุมติดตั้งดวงโคมที่ 0-270 องศาของ หลอด LED สีเขียวผสมกับหลอด LED สีน้ำเงิน.....	42
4.16 เรือประมงพื้นบ้าน.....	43
4.17 ชุดควบคุมแรงดันเพื่อปรับความสว่างของหลอดโคม LED.....	44
4.18 ดวงโคม LED ที่ทำการติดตั้งบนปีกเรือทั้ง 2 ด้าน.....	44
4.19 ดวงโคม LED ที่ทำการติดตั้งบนปีกเรือทั้ง 2 ด้านในขณะที่ทำการทดลอง.....	45
4.20 ดวงโคม LED สีเขียว.....	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.21 ดวงโคม LED สีน้ำเงิน.....	46
4.22 ดวงโคม LED สีเขียวผสมกับสีน้ำเงิน.....	46
4.23 ปลายหมึกที่เข้ามาเล่นไฟ.....	47
4.24 ปลายหมึกที่ได้จากการตกหมึก.....	47



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ผลสำรวจการแพร่กระจายของปลาหมึกในอ่าวไทย.....	5
2.2 ความไวต่อแสงของปลาหมึกชนิดต่างๆ.....	12
2.3 อัตราส่วนของแสงสีน้ำเงิน.....	14
2.4 การทดลองจับหมึกด้วย LED สีน้ำเงินในประเทศญี่ปุ่น.....	15
4.1 การทดสอบวัดค่าความส่องสว่างของหลอด LED สีน้ำเงิน.....	23
4.2 การทดสอบวัดค่าความส่องสว่างของหลอด LED สีเขียว.....	23
4.3 ไลอะแกรมการทดสอบค่าความส่องสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์สีเขียว.....	28
4.4 ตาราง Luminous Flux Tableของหลอดฟลูออเรสเซนต์สีเขียว.....	29
4.5 ไลอะแกรมการทดสอบค่าความส่องสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์สีน้ำเงิน.....	31
4.6 ตาราง Luminous Flux Table ของหลอดฟลูออเรสเซนต์สีน้ำเงิน.....	32
4.7 ไลอะแกรมการทดสอบค่าความส่องสว่างของหลอด LED สีเขียว.....	34
4.8 ตาราง Luminous Flux Tableของหลอด LED สีเขียว.....	35
4.9 ไลอะแกรมการทดสอบค่าความส่องสว่างของหลอด LED สีน้ำเงิน.....	37
4.10 ตาราง Luminous Flux Tableของหลอด LED สีน้ำเงิน.....	38
4.11 ไลอะแกรมการทดสอบค่าความส่องสว่างของหลอด LED สีเขียวผสมกับหลอด LED สีน้ำเงิน.....	40
4.12 ตาราง Luminous Flux Tableของหลอด LED สีเขียวผสมกับหลอด LED สีน้ำเงิน.....	41
4.13 ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติและประสิทธิภาพของระบบแสงสว่าง.....	48
4.14 ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติของ LED สีน้ำเงินกับสีเขียว.....	48

## บทที่ 1

### บทนำ

หมึกมีพฤติกรรมตอบสนองต่อไฟแบบ Positive phototaxis ทำให้การประมงโดยใช้แสงสว่างในการล่อให้เกิดการรวมฝูง แล้วทำการจับจึงแพร่หลายไปทั่วโลกตั้งแต่ พ.ศ. 2521 จนถึงปัจจุบันโดยเฉพาะ หมึกกล้วย (Loligo spp.) เป็นสัตว์ทะเลไม่มีกระดูกสันหลังที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทยและสามารถจับมาทำประโยชน์ได้ด้วย เครื่องมือประมงหลายชนิด เช่น อวนลากแผ่นตะเเม้ (Otter board trawlers) อวนลากคู่และเครื่องโดन्हหมึกโดยเฉพาะอย่างยิ่ง เครื่องหมึกโดन्हหมึกจัดเป็นเครื่องมือประมงที่ใช้ประกอบแสงไฟล่อ ซึ่งมีวัตถุประสงค์จับหมึกกล้วยเป็นหลัก และถือว่าเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการจับหมึกกล้วยได้ดีที่สุด การโดन्हหมึกจึงนิยมทำกันอย่างแพร่หลายในบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออก แต่ในการจับหมึกนั้นมีข้อเสียคือเป็นเครื่องมือที่ทำลายสายพันธุ์ปลาเศรษฐกิจที่ยังไม่โตเต็มวัยทำให้สูญเสียทรัพยากรธรรมชาติโดยไม่ทำให้เกิดประโยชน์สูงสุด ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยการศึกษาคุณลักษณะของการตอบสนองทางแสงของสัตว์ชนิดต่างๆที่จะทำการประมงและสามารถที่จะทำการประมงเฉพาะในสัตว์ที่โตเต็มวัยหรือที่ต้องการเท่านั้น

ในขนาดที่ปัจจุบันปัญหาทางด้านน้ำมันเป็นปัญหาที่สำคัญ จึงส่งผลกระทบต่อโดยตรงกับชาวประมงที่ทำการประมงด้วยวิธีการโดन्हหมึก เนื่องจากน้ำมันในเรือโดन्हหมึกนั้นได้ถูกแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่ขับเคลื่อนเรือเพื่อออกไปทำการประมง และส่วนที่ใช้กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (เครื่องปั่นไฟ) ที่ทำการจ่ายให้หลอดไฟเพื่อทำการโดन्हหมึก ในส่วนแรกถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญกับการทำประมงอย่างยิ่งแต่ในส่วนที่สองที่ทำการจ่ายให้กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในส่วนนี้ยังสามารถที่จะทำการปรับปรุงในส่วนที่จ่ายให้หลอดไฟและวงจรซึ่งสามารถทำให้มีประสิทธิภาพได้ดีขึ้น จะทำให้มีการลดต้นทุนในส่วนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ทำให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่ชาวประมง

#### 1.1 ความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันปัญหาทางด้านวิกฤตการณ์ทางด้านน้ำมันเป็นปัญหาสำคัญของคนทุกระดับทุกอาชีพเราไม่สามารถจะกล่าวได้ว่าภายในชีวิตประจำวันของเราทุกคนนั้นจะไม่เข้าไปเกี่ยวข้องกับน้ำมันได้เลย เพราะฉะนั้นปัญหาทางด้านราคาน้ำมันที่มีราคาสูงขึ้นส่งผลกระทบต่อคนไทยในบางอาชีพที่ต้องใช้น้ำมันเป็นปัจจัยหลักในการประกอบอาชีพ หนึ่งในกลุ่มอาชีพนั้นคืออาชีพการประมงที่ต้องใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงหลักในการขับเคลื่อนเรือเพื่อออกไปทำการจับสัตว์ด้วยวิธีการต่างๆโดยเฉพาะการจับหมึกที่ต้องใช้แสงสว่างจากหลอดไฟเป็นกัณฑ์ในการล่อหมึกเป็นต้นเหตุให้ต้องมีการเพิ่มต้นทุนในส่วนของน้ำมันที่ต้องจ่ายให้กับเครื่องปั่นไฟและพบว่าเรือโดन्हหมึกของไทยมีการใช้กำลังไฟตั้งแต่ 5-30 กิโลวัตต์ ในการปั่นไฟเพื่อโดन्हหมึกจะเห็นได้ว่ามีปริมาณกำลังไฟฟ้าที่สูงที่เกิดจากอุปกรณ์ที่ใช้แสงสว่างในการโดन्हหมึก ซึ่งในส่วนของแสงสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับนักเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นี้สามารถที่จะควบคุมให้มีประสิทธิภาพในการใช้งานมากที่สุดหรือใช้ไปเท่าเดิมแต่มีต้นทุนการใช้น้ำมันที่จ่ายให้เครื่องปั่นไฟลดลงจะทำให้เกิดประโยชน์กับชาวประมงและยังช่วยประหยัดเชื้อเพลิงได้อีกประการหนึ่ง

อีกทั้งหลอดไฟที่เป็นกับดักในการล่อหมึกยังมีความทนทานน้อย มีอายุการใช้งานที่ต่ำ ทำให้เกิดความเสียหายและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา โดยสาเหตุสำคัญมาจากการใช้งานในทะเลเป็นเวลานานทำให้หลอดไฟขาดหรือหลอดไฟแตกเนื่องจากน้ำทะเล จึงทำให้ต้องเพิ่มต้นทุนซึ่งในส่วนของแสงสว่างนี้สามารถที่จะลดต้นทุนของค่าใช้จ่ายของการจัดซื้อหลอดไฟมาเปลี่ยนได้เนื่องจากจัดทำฝาดครอบเพื่อป้องกันการกระเซ็นของน้ำทะเลซึ่งเป็นตัวที่ทำให้หลอดไฟแตกและสิ้นเปลืองต้นทุนอีกประการหนึ่ง

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ทำการศึกษาพฤติกรรมการตอบสนองต่อแสงไฟของสัตว์น้ำชนิดต่างๆ เพื่อทำการประมงเชิงอนุรักษ์
2. ทำการศึกษาพฤติกรรมการตอบสนองต่อแสงไฟของหมึกด้วยหลอด LED คุณภาพสูง
3. ทำการศึกษารูปแบบโคมสำหรับ LED คุณภาพสูงที่เหมาะสมสำหรับการไดน์หมึก
4. การประเมินทางด้านความประหยัดของหลอด LED คุณภาพสูงกับหลอดที่ใช้งานอยู่เดิม
5. ทำการศึกษาช่วงเวลาที่เหมาะสมกับการไดน์หมึก

## 1.3 ขอบเขตของการกำหนดโครงการ

การติดตั้งหลอด LED เพื่อใช้ในการทำประมงไดน์หมึก โดยทดแทนระบบส่องสว่างแบบเดิม ที่ใช้กำลังไฟฟ้าสูงทำให้สิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง โดยขอบเขตของโครงการนี้จะทำการติดตั้งงานจริงบนเรือไดน์หมึกเพื่อทดแทนแสงสว่างแบบเดิม และนำค่าผลการทดลองมาศึกษาเพื่อหาผลที่แน่ชัด และเพื่อวิจัยด้านอื่นๆต่อไป

## 1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

1. การรวบรวมข้อมูล

เพื่อศึกษาว่าอัตราการจับอาจมีผลกระทบมาจากช่วงเวลาที่ใช้แสงไฟล่อสัตว์น้ำหรือเวลาที่ทำการลงอวน เพื่อศึกษาว่าอัตราการจับสัมพันธ์กับช่วงเวลาที่ลงอวนหรือไม่และชนิดของหลอดไฟที่ใช้ในการไดน์หมึก

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์กำลังไฟขนาดต่างๆ ตั้งแต่ 4 ถึง 16 กิโลวัตต์ อัตราจับสัตว์น้ำระหว่างกำลังไฟที่ใช้ทดสอบ (Between Groups) และที่แต่ละกำลังไฟ (Within Group) มีผลต่ออัตราการจับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัตว์น้ำอย่างไร นอกจากนั้น คาบ(Periods)และช่วงเวลา(Phases)ที่ทำการประมงก็อาจมีผลต่อการจับสัตว์น้ำ

3. การออกแบบและสร้างชิ้นงาน

ทำการออกแบบวงจรขับหลอดไฟ LED และออกแบบโคมไฟสำหรับติดตั้งบนเรือประมง

4. ทดลองชิ้นงานและเก็บค่าต่าง ๆ

ทำการทดลองชิ้นงานในห้องปฏิบัติการเก็บค่าต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง ปรับแต่งชิ้นงานให้มีสภาพใช้ได้สมบูรณ์

5. ทดลองและเก็บค่าที่ใช้ในงานในสภาวะงานจริง

ทำการทดลองชิ้นงานในสภาวะการใช้งานจริง เก็บค่าต่าง ๆ ของชิ้นงานและค่าต่าง ๆ ที่ใช้ทำการประมง เปรียบเทียบค่าการทดลองที่ได้ในสภาวะงานจริงกับในห้องปฏิบัติการ

6. เปรียบเทียบข้อดีข้อเสีย และประสิทธิภาพของชิ้นงาน

เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียและประสิทธิภาพของหลอดไฟที่ใช้ทำการประมงแบบเก่าและหลอดไฟแบบ LED โดยค่าที่ได้จะนำมาพัฒนาเพิ่มที่ในส่วนของคุณภาพต่าง ๆ ของชิ้นงานให้เพิ่มมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 การประมงหมึกในประเทศไทย

##### 2.1.1 แหล่งและฤดูทำการประมง

ปลาหมึกมีการแพร่กระจายทั่วอ่าวไทย โดยเฉพาะในระดับความลึกไม่เกิน 50 เมตร จะมีความชุกชุมมากกว่าบริเวณอื่นๆ แหล่งที่ทำการประมงปลาหมึกหนาแน่น ได้แก่ บริเวณโดยรอบหมู่เกาะอ่างทอง จังหวัดสุราษฎร์ธานี บริเวณโดยรอบเกาะช้าง จังหวัดตราด บริเวณจังหวัดระยองและประจวบคีรีขันธ์ ปลาหมึกส่วนใหญ่จับได้ด้วยเครื่องมืออวนลากแผ่นตะเฆ่และอวนลากคู่ ซึ่งสามารถทำการประมงได้ตลอดปีทั่วอ่าวไทย ยกเว้นบางเดือนในช่วงที่มีมรสุมเรือไม่สามารถออกทำการประมงได้ นอกจากนี้ปลาหมึก โดยเฉพาะหมึกกล้วยสามารถจับได้ด้วยเครื่องมือประมงที่ใช้ไฟฟาล่อ (ไดน์หมึก) ซึ่งสามารถทำการประมงได้ตลอดปีเช่นกัน ไดน์หมึกมีการทำการประมงตั้งแต่จังหวัด ตราดจนถึงจังหวัด สุราษฎร์ธานี โดยเฉพาะที่ชายฝั่งทะเลฝั่งตะวันออกจากจังหวัดจันทบุรีลงมาถึงจังหวัดชลบุรี และชายฝั่งทะเลฝั่งตะวันตกจากจังหวัดเพชรบุรีถึงประจวบคีรีขันธ์ มีการจับปลาหมึกโดยวิธีใช้ไฟฟาล่อกันอย่างหนาแน่น ช่วงที่ทำการจับหมึกกล้วยด้วยไดน์หมึกมากได้แก่ ช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม ทำการประมงตั้งแต่ แรม 4 ค่ำไปจนถึงขึ้น 8 ค่ำทุกเดือน

##### 2.1.2 ชนิดและปริมาณของปลาหมึกในเขตทะเลอ่าวไทย

จากเอกสารรายงานการวิจัยของ เขียน สีนอนวงศ์ เมื่อปี 2524 พบว่าหมึกกล้วยในอ่าวไทยร้อยละ 59.77 หมึกกระดองร้อยละ 33.33 หมึกสายร้อยละ 6.90 เครื่องมือที่จับปลาหมึกได้จำนวนมากเป็นอวนลากแผ่นตะเฆ่และอวนลากคู่ ปลาหมึกชนิดที่จับได้ปริมาณมากเป็นหมึกกระดองชนิด *S.aculeata* ชนิดที่จับได้มีขนาดใหญ่ที่สุดเป็นหมึกกล้วยชนิด *L.formosana* ชนิดที่จับได้ขนาดเล็กที่สุดเป็นหมึกกล้วยชนิด *L.tagoi* ในการประเมินผลผลิตของปลาหมึกคาดว่าหมึกกล้วยมีผลผลิตสูงสุด ประมาณ 41,133 ตัน หมึกกระดองเท่ากับ 24,711 ตัน หมึกสายเท่ากับ 4,888 ตัน รวมผลผลิตทั้งหมดเท่ากับ 70,732 ตัน ในปี 2524 ได้ประโยชน์จากปลาหมึกเกินกว่าผลผลิต ราวร้อยละ 12.1

##### 2.1.3 ผลสำรวจการแพร่กระจายของปลาหมึกในอ่าวไทย

จากเอกสารรายงานการสำรวจของ เฉลียว ชลธาร เมื่อปี 2520 พอสรุปลผลการสำรวจได้ดังตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ผลสำรวจการแพร่กระจายของปลาหมึกในอ่าวไทย

ชนิด	เขตที่พบมาก	เดือนที่พบมาก	ความลึก(เมตร)
<i>L. duvaucelii</i>	9 , 5	ตค. , กย.	20-29 , 40-49
<i>L. formosana</i>	9 , 8	เมย. , พค.	20-29 , 30-39
<i>Sep. lessoniana</i>	3 , 9	พค. , กค.	20-29 , 10-19
FamilyLoligonidse (หมึกกล้วย)	9 , 8	เมย. , ตค.	20-29 , 30-39
<i>S. pharaonis</i>	9 , 8	มค. , มีย.	20-29 , 30-39
<i>S. recurvirostra</i>	8 , 3	พค. , มค.	20-29 , 30-39
<i>S. lvsidas</i>	9 , 8	มีย. , กค.	10-19 , 20-29
<i>S. aculeate</i>	7 , 6	พค. , พย.	10-19 , 20-29
<i>S. brevimana</i>	5 , 1	พค. , กค.	40-49 , 30-39
<i>S. inermis</i>	9 , 7	มีย. , เมย.	10-19 , 20-29
FamilySepiidae(หมึกกระดอง)	8 , 9	มีย. , พย.	20-29 , 10-19
FamilyOctopodidae(หมึกสาย)	4 , 3	มีย. , ธค.	20-29 , 10-19

ในการสำรวจพบปลาหมึกกล้วยมีผลการจับเฉลี่ยสูงสุด โดยจับได้ 1.9458 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ปลาหมึกกระดองและปลาหมึกสายมีผลการจับเฉลี่ย 1.9316 และ 0.7462 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ตามลำดับ ถ้าพิจารณาการจับหมึกชนิดนี้พบว่าปลาหมึกกล้วย มีอัตราการจับเฉลี่ยสูงสุด โดยจับได้ 1.0992 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และปลาหมึกกระดองมีอัตราการจับเฉลี่ยรองลงมา โดยจับได้ 0.7882 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสำรวจในปี 2520 ยังไม่ได้ผลสมบูรณ์อย่างแท้จริง เนื่องจากเกิดอุปสรรคเกี่ยวกับเรือสำรวจ โดยเดือนพฤษภาคมสามารถปฏิบัติงานได้เฉพาะในเขต 1 และ 2 เท่านั้น ซึ่งอาจทำให้ข้อมูลที่ได้ในการวิเคราะห์ผิดไปจากความเป็นจริงเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับเดือนอื่นๆได้

## 2.2 ขั้นตอนการไถนหมึก

ในการไถนหมึกของชาวประมงที่ทำการประมงในลักษณะประมงพื้นบ้านจะมีเครื่องมือที่ไม่มีความซับซ้อนวุ่นวายมากนักและจะเป็นเครื่องมือที่สามารถหาได้ภายในท้องถิ่น โดยสามารถที่แบ่งขั้นตอนการทำงานได้ดังนี้

### 2.2.1 การเตรียมเรือประมง

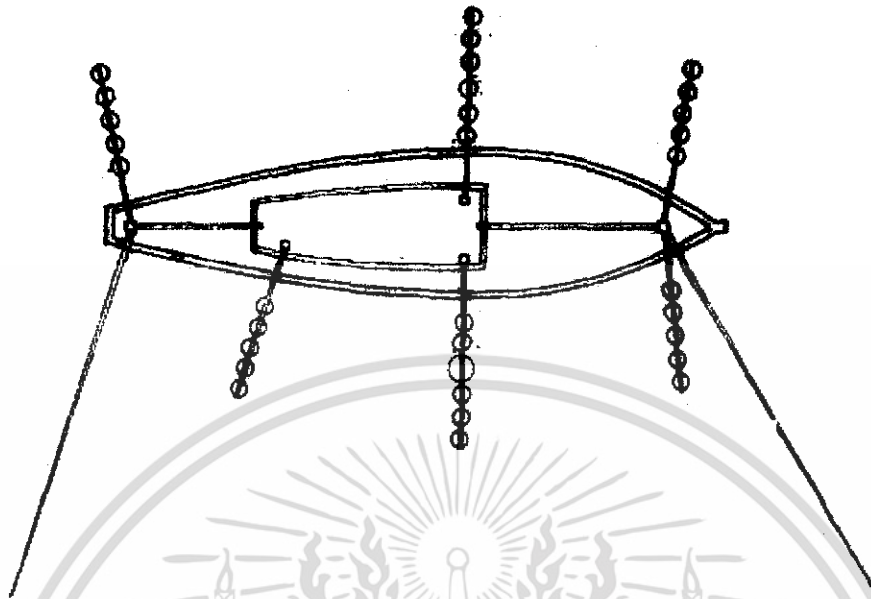
ในการทำการประมงในลักษณะประมงพื้นบ้าน ชาวประมงจะทำการประมงในตอนเย็นและจะกลับเข้ามาในตอนเช้า โดยค่าใช้จ่ายต่อครั้งในการออกเรือจะหนักไปทางค่าน้ำมันเป็นส่วนใหญ่ โดยแบ่งออกเป็นค่าน้ำมันในการขับเคลื่อนเรือที่จะไปทำการประมงและอีกส่วนหนึ่ง คือ ส่วนของเครื่องปั่นไฟที่ใช้ในการผลิตกระแสไฟหลักในการไถนหมึก ในส่วนที่ใช้สำหรับเครื่องปั่นไฟสามารถที่จะทำให้ประหยัดมากขึ้นได้โดยลดขนาดของหลอดไฟที่ใช้ อยู่เดิม จากหลอดแสงจันทร์ หลอดฟลูออเรสเซนต์และในบางที่อาจจะใช้หลอดแรงเทียนซึ่งหลอดเหล่านี้จะมีกำลังไฟฟ้าที่สูงและมีความทนทานน้อยกว่าหลอดแอลอีดี จึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ต้องพัฒนาต่อไป

ลักษณะของเรือไถนหมึกจะมีรูปแบบที่ไม่ซับซ้อน จะมีเสาสำหรับติดตั้งหลอดไฟและในส่วนของอวนจะมีไม้ที่ใช้สำหรับการลงอวน ในส่วนของเครื่องยนต์ที่ใช้เดินเรือจะเป็นเครื่องยนต์ที่มีขนาดไม่ใหญ่มากนักและส่วนของเครื่องปั่นไฟก็จะมีขนาดเล็ก



รูปที่ 2.1 ด้านข้างของเรือประมงไถนหมึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 ด้านบนของเรือประมงไฉนหมึก

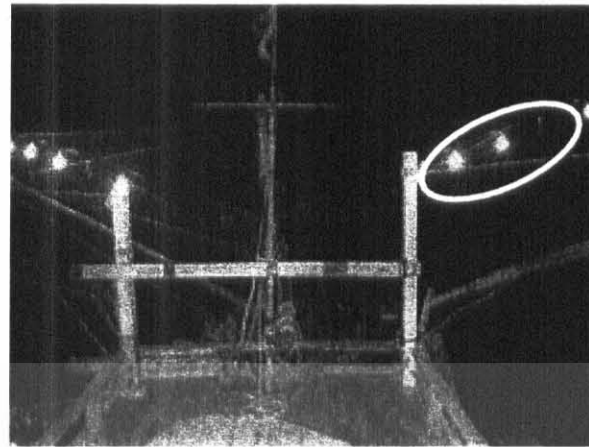
### 2.2.2 เวลาและสถานที่

ในการประมงพื้นบ้านจะมีการออกเรือตั้งแต่เวลาเย็นและจะกลับเข้ามาในเวลาเช้า โดยการไฉนหมึกนั้นจะมีการไฉนหลายครั้งสังเกตจากการรวมตัวของหมึกถ้ายังมีจำนวนน้อยอยู่ก็ยังไม่เปิดไฟไว้ก่อนรอจนมีหมึกมารวมตัวจึงลงอวน ในส่วนของสถานที่ในการไฉนนั้นถ้าใกล้ชายฝั่งมากเกินไปน้ำจะขุ่น ทำให้แสงไฟไม่สามารถลงไปถึงพื้นได้ โดยทั่วไปการไฉนหมึกจะมีระดับความลึกของน้ำไม่เกิน 10 เมตร ปัจจุบันดังกล่าวสามารถเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะของแต่ละพื้นที่ แต่พื้นที่ทำการประมงส่วนใหญ่จะเป็นจังหวัดระยอง เพชรบุรีและประจวบคีรีขันธ์จะมีการทำประมงโดยวิธีการไฉนหมึกทั้งการทำประมงพื้นบ้านและทำเป็นธุรกิจอุตสาหกรรม โดยส่วนใหญ่หมึกที่ไฉนจะเป็นจะหมึกกล้วย หมึกหอมและปลาชนิดเล็กๆ ช่วงที่มีอัตราการจับมากที่สุดต่อไปจะอยู่ในช่วงเดือนพฤษภาคม และช่วงเวลาที่ไฉนมากที่สุดคือก่อนเที่ยงคืนและหลังเที่ยงคืน

### 2.2.3 เริ่มไฉนหมึก

เมื่อถึงแหล่งที่จะทำการไฉนหมึก ต้องประกอบเสาไม้ที่ติดตั้งหลอดไฟที่จะกางออกไปทางด้านข้างโดยตอนแรกจะยังไม่กางออกเนื่องจากเมื่อกางแล้วจะมีขนาดที่กว้างมากทำให้การบังคับเรือทำได้ยาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ดวงโคมที่จะปรับปรุง

รูปที่ 2.3 แสดงการทางเสาที่ติดตั้งหลอดไฟออก

เมื่อเปิดไฟได้น้หมึกได้แล้วรอจนหมึกมารวมตัวกัน โดยทั่วไปหมึกจะมารวมตัวกันรอบๆ เรีอ เมื่อชาวประมงเห็นว่าหมึกรวมตัวกันจนมีจำนวนมากแล้ว ก็เริ่มทำการปิดไฟฝั่งใดฝั่งหนึ่งของเรือจะทำให้หมึกมารวมตัวกันในฝั่งที่ยังเปิดไฟอยู่

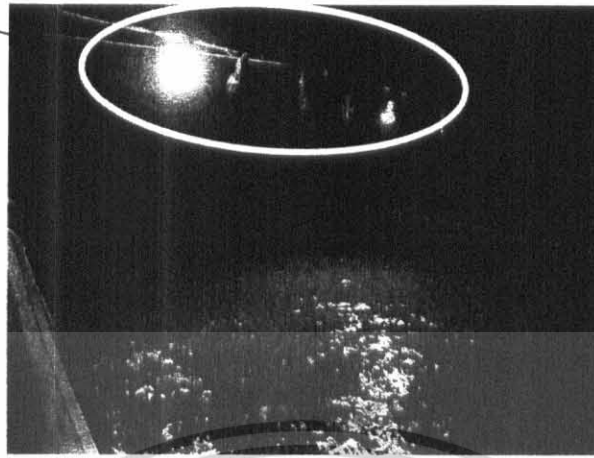
หลอดที่ใช้ในปัจจุบัน



รูปที่ 2.4 หมึกเริ่มรวมตัวกันฝั่งข้างลำเรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งที่จะติดตั้งโคม LED



รูปที่ 2.5 แสดงการปรับหลอดไฟให้มีความสว่างลดลงเพื่อรวมหมึก

เมื่อหมึกมารวมตัวกันมากพอที่จะสามารถลงอวนได้แล้ว ชาวประมงจะเริ่มทำการปรับแสงไฟให้ลดลง ทำให้หมึกมารวมตัวกันที่หลอดไฟที่เหลืออยู่โดยชาวประมงจะบังคับให้หมึกมาทางด้านท้ายของเรือ โดยการเปิดสเปดไลท์เพียงหลอดเดียวทำให้หมึกเคลื่อนตัวมารวมกันทางท้ายเรือก่อนที่จะทำการลงอวน



ดวงโคมที่จะปรับปรุง

รูปที่ 2.6 แสดงการปรับหลอดสเปดไลท์ให้มีความสว่างลดลงก่อนลงอวน

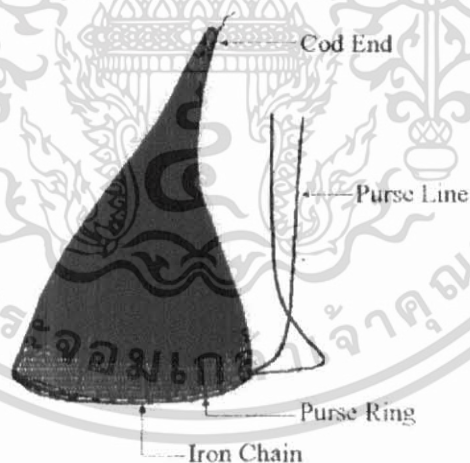
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ฝูงหมึกที่เริ่มรวมตัวกัน

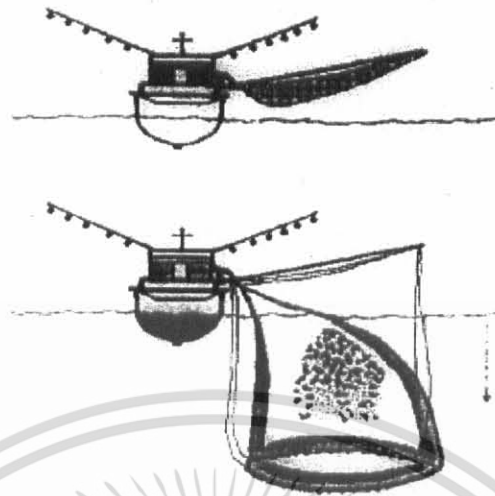
รูปที่ 2.7 แสดงการรวมตัวของฝูงหมึกก่อนลงอวน

เมื่อหมึกมารวมตัวกันจนมีจำนวนมากพอที่จะทำการจับได้แล้วชาวประมงก็จะทำการลงอวน โดยแหยักษ์ (Purse castnet) มีความลึกจากจอมแหถึงน้ำหนักถ่วง 15 ม. ใช้ขนาดตาอวน 3.0 ซม. ซึ่งเป็นขนาดตาอวนที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในหมู่ชาวประมงไดโนหมึก รอบวงปากแหยาว 50 ม. และถ่วงน้ำหนักด้วยโซ่และตะกั่ว ขนาดของตาอวนมีความเหมาะสมต่อการจับหมึกกล้วยที่สุด



รูปที่ 2.8 แสดงโครงสร้างของเครื่องมือทำการประมงอวนครอบไดโนหมึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 แสดงโครงสร้างของการทำงานของเครื่องมือทำการประมงอวนครอบไดโนหมึก

#### 2.2.4 ลงอวนครอบหมึก

เมื่อลดระดับไฟให้น้อยลงที่สุดหมึกมีการรวมตัวอยู่ใต้หลอดสปอตไลท์เพียงจุดเดียว โดยรอบลำเรือจะมีแสงสว่างที่หลอดสปอตไลท์เท่านั้น ชาวประมงจึงทำการลงอวนครอบโดยลงอวนตรงกลางของฝูงหมึกแล้วทำการยกอวนครอบหมึกขึ้นมาบนลำเรือเพื่อเก็บหมึกที่ทำการไดโนมาได้



รูปที่ 2.10 แสดงชาวประมงขนาดยกอวนครอบขึ้นบนลำเรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3 ผลของกำลังไฟต่ออัตราการจับน้ำโดยเครื่องมือไคน์หมึก

ผลการศึกษาอัตราการจับสัตว์น้ำเฉลี่ยตลอดการทดลองจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คาบเวลา (Period) และช่วงเวลา (Phase) ที่ทำการจับสัตว์น้ำที่กำลังไฟระดับต่างๆในแต่ละปีที่ทำการทดลองไม่มีผลต่ออัตราการจับสัตว์น้ำ ( $P < 0.05$ ) และอัตราการจับสัตว์น้ำที่กำลังไฟ 10 กิโลวัตต์ก็ไม่แตกต่างกันระหว่างปีที่ทดลอง นอกจากนี้ คาบ และ ช่วงเวลาที่ลงอวนต่อดินก็ไม่มีแสดงอิทธิพลต่ออัตราการจับสัตว์น้ำที่กำลังไฟ 10 กิโลวัตต์อีกด้วย ผลการจับสัตว์น้ำแต่ละชนิดด้วยเครื่องมือไคน์หมึกที่ใช้กำลังไฟ 10 กิโลวัตต์ระหว่างปีที่ทดลองแสดงเปรียบเทียบกัน

เนื่องจากกำลังไฟ 10 กิโลวัตต์ใช้เป็นค่าเปรียบเทียบ ระหว่าง 4-16 กิโลวัตต์ จึงสามารถทำการเปรียบเทียบได้โดยตรง ซึ่งผลจากการทดสอบทางสถิติ พบว่า อัตราการจับสัตว์น้ำของเครื่องมือไคน์หมึกไม่มีความแตกต่างกันเนื่องจากกำลังไฟที่ใช้การล่อสัตว์น้ำ

ผลการทดสอบอัตราการจับสัตว์น้ำกลุ่มต่างๆที่ได้จากทดลองไคน์หมึกในปีพ.ศ.2532ซึ่งใช้กำลังไฟระหว่าง 10-16 กิโลวัตต์ พบว่า อัตราการจับสัตว์น้ำภายในแต่ละกลุ่ม (Within group) ไม่มีความแตกต่างกันเนื่องจากกำลังไฟที่ใช้ล่อสัตว์น้ำ ทำนองเดียวกันในปีพ.ศ.2533ซึ่งใช้กำลังไฟระหว่าง 4-10 กิโลวัตต์ในการทดลอง ก็ไม่พบความแตกต่างในอัตราการจับสัตว์น้ำภายในแต่ละกลุ่ม เนื่องจากกำลังไฟที่ใช้ล่อสัตว์น้ำและเมื่อทำการเปรียบเทียบอัตราการจับสัตว์น้ำของทั้ง 2 ปีกล่าวคือ ระหว่างกำลังไฟ 4-16 กิโลวัตต์ ก็ไม่พบความแตกต่างเนื่องจากกำลังไฟที่ใช้ล่อสัตว์น้ำเช่นกัน ผลการจับสัตว์น้ำแต่ละชนิดด้วยเครื่องมือไคน์หมึกที่ใช้กำลังไฟ 4-16 กิโลวัตต์แสดงเปรียบเทียบกัน

แม้ว่าขนาดกำลังไฟต่างกันไม่มีผลต่ออัตราการจับสัตว์น้ำโดยเครื่องมือไคน์หมึก แต่พบว่าอัตราการจับสัตว์น้ำมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างเที่ยวหรือเดือนที่ออกทำการประมงและคืนที่ออกทำการทดลองนอกจากนั้น ช่วงและคาบเวลาที่ลงอวนในแต่ละเที่ยว และแต่ละคืนก็ยังสามารถแสดงอิทธิพลต่ออัตราการจับสัตว์น้ำบางกลุ่มด้วยและผลการจับสัตว์น้ำแต่ละชนิดด้วยเครื่องมือไคน์หมึกในแต่ละเที่ยวที่ออกทำการประมง

### 2.4 การตอบสนองต่อความยาวคลื่นแสงของปลาหมึกชนิดต่าง ๆ

จากรายงานการวิจัยในประเทศญี่ปุ่นเกี่ยวกับความไวต่อแสงของปลาหมึกชนิดต่าง ๆ สรุปได้ดังตารางที่ 2.2

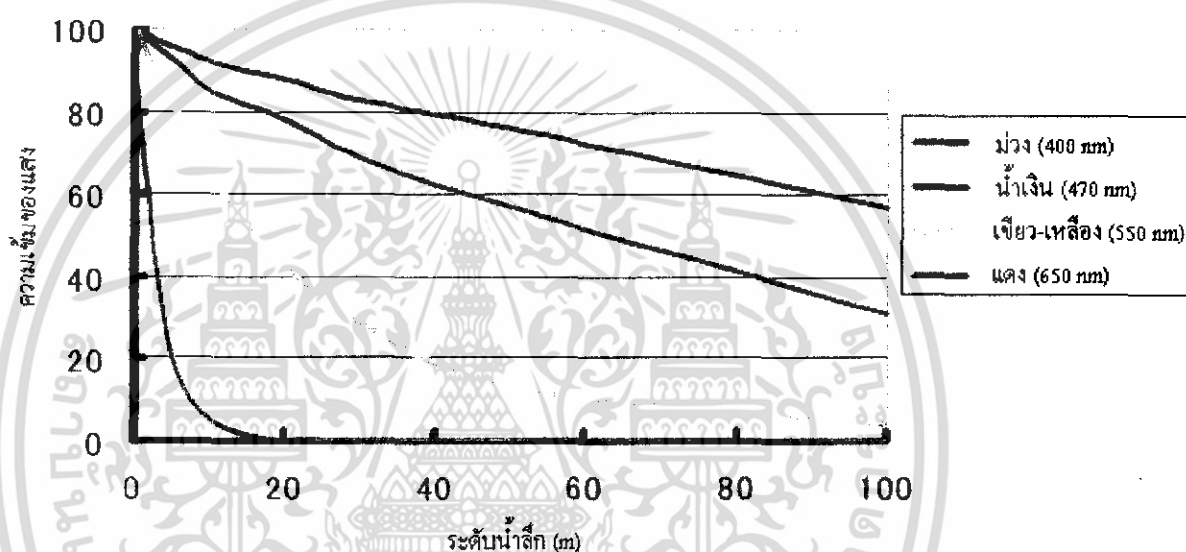
ตารางที่ 2.2 ความไวต่อแสงของปลาหมึกชนิดต่าง ๆ

ชนิด	ความยาวคลื่น (nm.)
หมึกสาย	482 nm
หมึกกระดอง	490 nm
หมึกกล้วย	494 nm
หมึกแคงซาคิ	491 nm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิด	ความยาวคลื่น (nm.)
หมึกแดง	482 nm
หมึกเรืองแสง	471,484,501 nm

จากตารางจะพบว่าปลาหมึกมีความไวต่อแสงสีน้ำเงินมากที่สุดทั้งนี้ น่าจะเกิดจากความลึกของน้ำที่ปลาหมึกออกหากินอยู่ในระดับที่แสงสีน้ำเงินสามารถลงไปถึงได้ดี ซึ่งจากการทดสอบวัดความสามารถในการเดินทางของคลื่นแสงความยาวคลื่นต่างๆในน้ำทะเลได้ข้อมูลสรุปดังรูปที่ 2.11

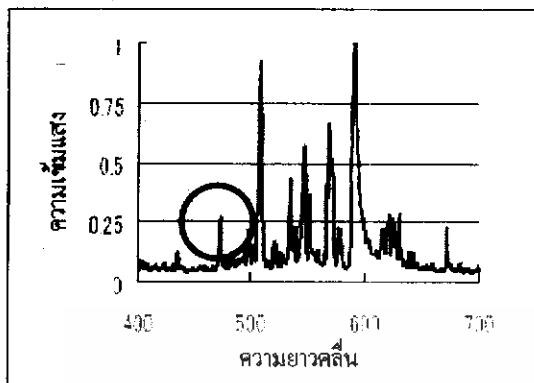


รูปที่ 2.11 เปรียบการลดทอนของแสงในน้ำแบ่งตามความยาวคลื่น

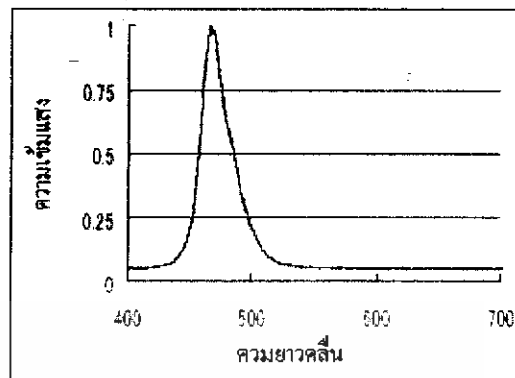
ซึ่งจากรูปที่ 2.11 จะเห็นได้ว่าคลื่นแสงสีแดงนั้นไม่สามารถเดินทางลงไปในระดับน้ำที่ลึกได้จึงเป็นเหตุผลว่าทำไมที่ระดับน้ำลึกจึงเห็นทะเลเป็นสีน้ำเงินโดยปลาหมึกจะออกหากินในระดับน้ำที่ความลึกประมาณ 20-30 เมตร และ 40-50 เมตร ซึ่งเป็นระยะที่แสงสีแดงลงไปไม่ถึงตาของปลาหมึกจึงมีความไวต่อแสงสีน้ำเงินมากกว่าสีอื่นๆ

## 2.5 องค์ประกอบของแสงจากแหล่งกำเนิดแสงต่าง ๆ

รูปที่แสดงองค์ประกอบของแสงที่ผลิตได้จากหลอด Metalhalide ซึ่งจากรูปจะพบว่าแสงที่มีความยาวคลื่นในย่านสีน้ำเงินมีสัดส่วนที่น้อยกว่าสีแดงและสีเขียว-เหลือง เมื่อเปรียบเทียบกับหลอด LED สีน้ำเงินซึ่งจะกำเนิดแสงเฉพาะความยาวคลื่นสีน้ำเงินเท่านั้นดังรูปที่ 2.12



Metal Halide



LED สีน้ำเงิน

**รูปที่ 2.12 คุณสมบัติของ LED สีน้ำเงิน**

เมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนระหว่างแสงสีน้ำเงินที่ได้จากแหล่งกำเนิดแสงต่างๆสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2.3

**ตารางที่ 2.3** อัตราส่วนของแสงสีน้ำเงิน

ชนิด	อัตราส่วนของแสงสีน้ำเงิน
ดวงอาทิตย์	18.2%
ดวงจันทร์	9.74%
Metal halide	7.32%
LED	74.1%

จะเห็นได้ว่า LED จะให้แสงสีน้ำเงินสูงกว่า Metalhalide ถึง 10 เท่าจึงทำให้เกิดแนวคิดในการนำหลอด LED มาใช้ในการประมงหมึก โดยได้ริเริ่มทดลองใช้งานในประเทศญี่ปุ่นตั้งแต่ปี ค.ศ. 2003 และได้ผลการทดลองดังตารางที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 2.4 การทดลองจับหมึกด้วย LED สิ้นน้ำเงินในประเทศญี่ปุ่น

เรือ	จำนวนหลอด LED ที่ติดตั้ง	หลอดเมทัลฮาไลด์แบบเดิม	LED / เมทัลฮาไลด์	ขนาดของเรือ (ตัน)	สถานที่ทดลอง	ช่วงเวลาที่ทดสอบ	จำนวนหมึกที่จับได้	ผลการประเมิน
A	2.40 kw (36 แผง)	70 kw	1/29	9.9	อ่าวอิวะอูจิ	8.6.04 ~26.7.04 (26 วัน)	57,336 ตัว	O
B	2.68 kw (40 แผง)	99 kw	1/37	13.17	อ่าวชะโตะ	3.7.04 ~28.7.04 (16 วัน)	16,352 ตัว	O
C	2.28 kw (34 แผง)	120 kw	1/53	9.5	อ่าวอิวะอูจิ	20.10.03	4,200 ตัว	O
D	2.15 kw (32 แผง)	180 kw	1/84	9.7	อ่าวสะโกะตะตะ	26.7.03~27.7.03 (2 วัน)	2,400 ตัว	X

หมายเหตุ O คือ ผ่านการประเมิน  
X คือ ไม่ผ่านการประเมิน  
(ทำการประเมินโดยไต่ถามเรือ)

## 2.6 การเปรียบเทียบการประมงหมึกในประเทศไทยและประเทศญี่ปุ่น

เนื่องจากเรือประมงหมึกของประเทศไทยและประเทศญี่ปุ่นตลอดจนความลึกของระดับน้ำทะเลและองค์ประกอบทางกายภาพของน้ำทะเลของประเทศไทยและประเทศญี่ปุ่น ซึ่งใช้หลอด Metalhalide มีลักษณะดังรูปที่ 2.13

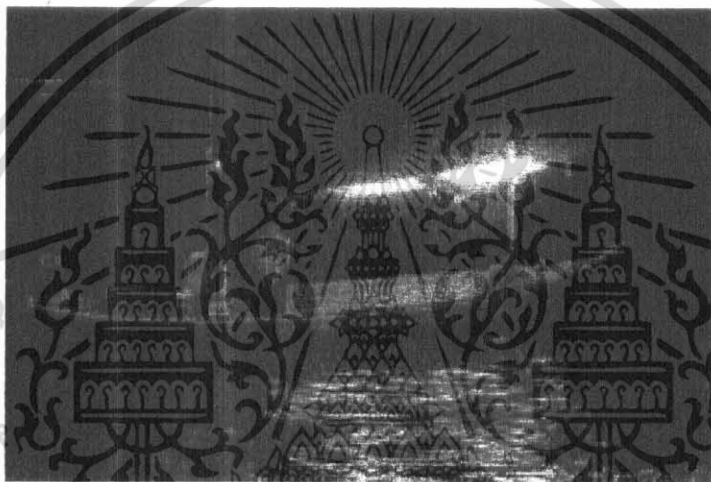


รูปที่ 2.13 การติดตั้งหลอด Metalhalide บนตัวเรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งจะติดตั้งหลอด Metalhalide บนตัวเรือดังรูปทำให้แสงที่สามารถลงไปใต้น้ำทะเลมีเพียง 25% ของแสงที่กำหนดได้ จึงเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานอย่างมาก

สำหรับในประเทศไทยเรือประมงหมึกจะมี 2 รูปแบบคือ เรือประมงพื้นบ้านแสดงดังรูปที่ 2.14 และเรือประมงอุตสาหกรรม แสดงดังรูปที่ 2.15 สำหรับเรือประมงพื้นบ้านจะใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ซึ่งหุ้มด้วยฟิล์มกรองแสงสีน้ำเงินหรือสีเขียว สำหรับไดน์หมึกส่วนเรือประมงอุตสาหกรรม จะมีการใช้ทั้งหลอดไส้และหลอด Metalhalide โดยจะติดบนแขนไม้หรือเหล็กแล้วยื่นออกจากตัวเรือทั้ง 2 ปีกของตัวเรือ ซึ่งจะมีประสิทธิภาพการใช้แสงสูงกว่าเรือประมงญี่ปุ่น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสภาพลมแรงในประเทศญี่ปุ่นทำให้ไม่สามารถติดตั้งหลอดไฟแบบประเทศไทยได้



รูปที่ 2.14 เรือประมงพื้นบ้าน



รูปที่ 2.15 เรือประมงอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.7 การนำหลอด LED มาใช้ในการประมงหมึกในประเทศไทย

เนื่องจากหลอด LED ยังมีราคาแพงการนำไปใช้ในเรือประมงอุตสาหกรรมทำให้ต้องลงทุนสูง ในปฏิญญาพันธบัตรฉบับนี้จึงจะทำการศึกษาเฉพาะกรณีการนำหลอด LED ไปใช้กับเรือประมงพื้นฐานเท่านั้นโดยจะนำหลอด LED ไปใช้แทนหลอดฟลูออเรสเซนต์และเลือกใช้หลอด LED สีเขียวและสีน้ำเงินเนื่องจากสภาพชายฝั่งของอ่าวไทยมีความลาดชันต่ำและระดับน้ำไม่ลึกมาก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

72730

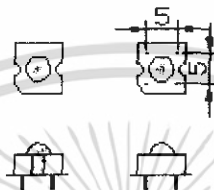
### บทที่ 3

#### การออกแบบโคม LED สำหรับเรือประมงพื้นบ้าน

##### 3.1 ชนิดของหลอด LED ที่ใช้

ซึ่งเป็นตัวถังพลาสติกใสแบบสี่ขา โดยเลือกใช้ LED 2 สีคือ สีเขียวและสีน้ำเงินดังรูปที่

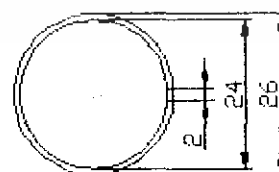
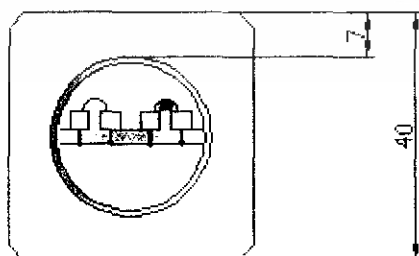
3.1



รูปที่ 3.1 แสดงโครงสร้างของหลอด LED ชนิด ไอพลักซ์

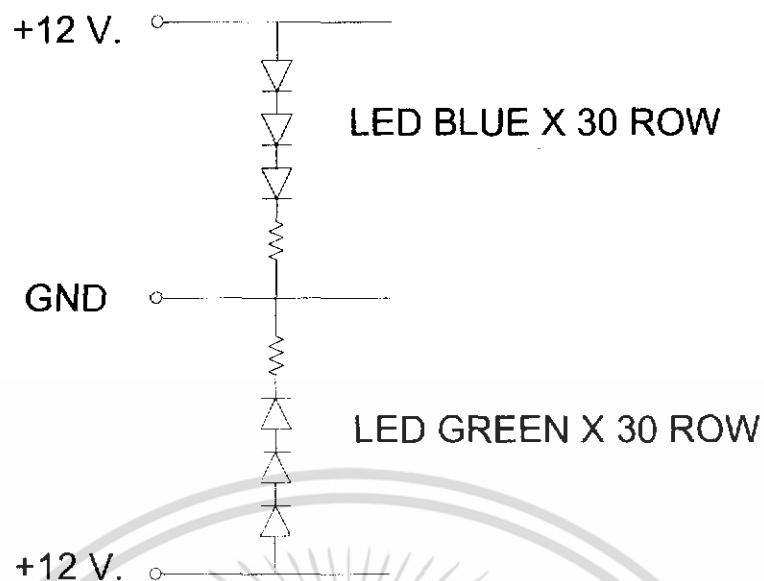
##### 3.2 การออกแบบดวงโคม

รูปที่ 3.2 แสดงดวงโคมที่ได้ออกแบบ เนื่องจากต้องการนำไปติดตั้งแทนหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบเดิม จึงออกแบบดวงโคม LED ให้มีเส้นผ่าศูนย์กลาง ความยาว และกำลัง (Watt) ใกล้เคียงกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ใน 1 โคมจะประกอบด้วย LED สีน้ำเงิน 90 หลอดและสีเขียวจำนวน 90 หลอด โดยมีไดอะแกรมการต่อดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.2 แสดงดวงโคมที่ได้ออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

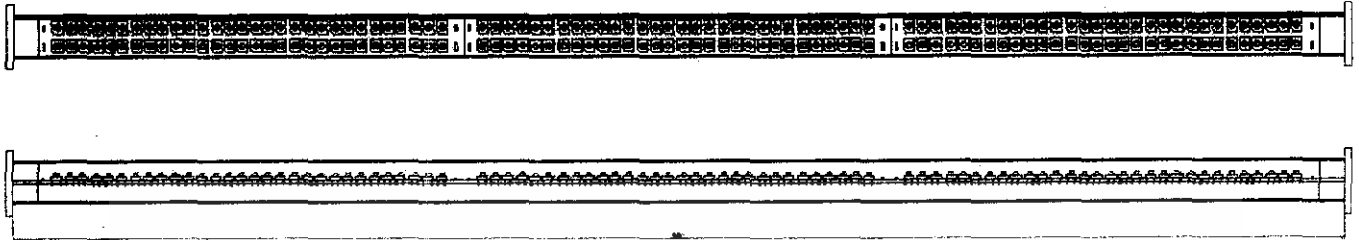


รูปที่ 3.3 ไตอะแกรมการต่อหลอด LED สีเขียว และหลอด LED สีน้ำเงิน

### 3.3 การประกอบดวงโคม LED ที่ทำการติดตั้งทดลอง

เมื่อทำการออกแบบหาเส้นผ่าศูนย์กลางของหลอดโคมเพื่อนำแผ่นวงจรที่ติดตั้ง LED มาใส่ในหลอดโคม โดยแผ่นวงจรจะมีหลอด LED 2 สี คือ สีน้ำเงิน และ สีเขียว ซึ่งเรียงกันแบบขนานโดยแต่ละสีจะมีหลอด LED สีละ 90 หลอด โดย 2 แถว รวมกัน คือ 180 หลอด โดยหลอด LED จะทำการขนานกันเพื่อให้แรงดันเท่ากันโดยทุกหลอดจะมีสาย Line และ Neutral แยกกันตามสี โดย สาย Line ของ LED สีเขียวก็จะมีสายสีเขียว และสาย Neutral ของ LED สีน้ำเงินก็จะมีสายสีน้ำเงิน และสาย Ground ของ LED ทั้ง 2 สี จะมีสายสีขาวซึ่งแยกกัน

โดยปากของหลอดโคมจะใช้ยางกันความร้อนและยางกันน้ำเพื่อป้องกันวงจรหลอด LED ในหลอดโคมเพื่อรักษาสภาพให้มีความคงทนและอายุการใช้งานให้มากยิ่งขึ้นดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 รูปแบบของดวงโคม LED ที่จะทำการติดตั้งทดลอง

### 3.4 การออกแบบค่าความต้านทานในการกำจัดกระแส

การออกแบบค่าความต้านทานในการกำจัดกระแสไหลเข้าหลอด LED ถ้าไม่มีค่าความต้านทานกระแสจะไหลเข้าหลอด LED เกินพิกัดของหลอดผลที่ตามมาทำให้หลอดเสียหาย แต่เมื่อทำการต่อค่าต้านทานกระแสจะไหลเข้าหลอด LED ตามพิกัดทำให้เกิดความสว่าง

#### 3.4.1 การออกแบบคำนวณหาค่าความต้านทานของหลอด LED สีเขียว

$$R = \frac{12 - 10.495}{0.035} \quad (3.1)$$

$$= 43 \ \Omega$$

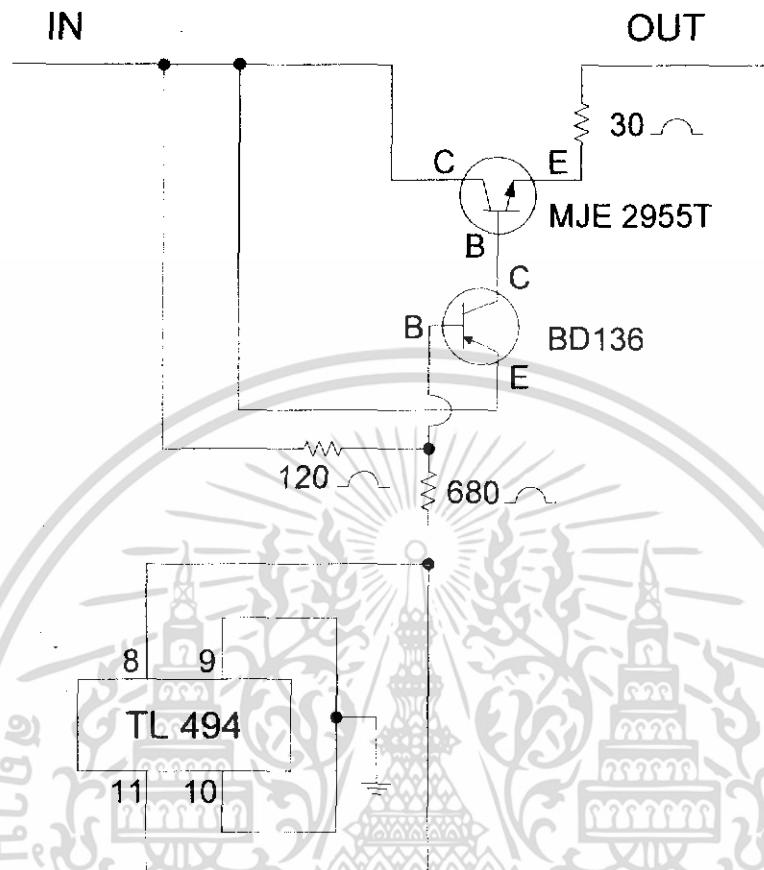
#### 3.4.2 การออกแบบคำนวณหาค่าความต้านทานของหลอด LED สีน้ำเงิน

$$R = \frac{12 - 10.845}{0.035} \quad (3.2)$$

$$= 33 \ \Omega$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.5 การออกแบบชุดควบคุมแรงดันเพื่อปรับความสว่างของหลอดโคม LED



รูปที่ 3.5 วงจรชุดควบคุมแรงดันเพื่อปรับความสว่างของหลอดโคม LED

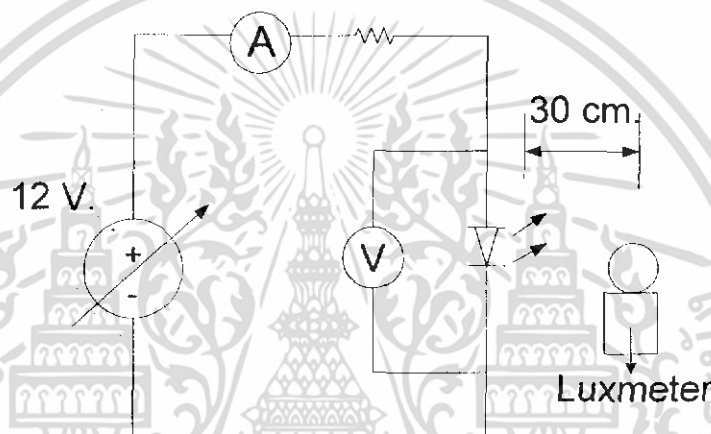
วงจรควบคุมแรงดันเพื่อปรับความสว่างของหลอดโคม LED ได้ใช้ IC เบอร์ TL494 มาสร้างสัญญาณ PWM ที่มีความถี่คงที่แต่สามารถปรับค่า duty ratio ได้โดยถ้าให้ค่า duty ratio มากหลอด LED ก็สว่างมากแต่ถ้าให้ค่า duty ratio น้อย หลอด LED ก็สว่างน้อยแต่ก่อนที่จะนำสัญญาณ PWM ไปขับ LED จะต้องมีการขยายกระแสโดยการนำไปผ่าน Transistors ที่ต่อแบบ Darlington เพราะว่าการขยายที่ออกจาก TL494 ไม่เพียงพอที่จะนำไปขับ LED

## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

#### 4.1 การทดสอบวัดค่าความเข้มแสงของหลอด LED สีน้ำเงิน และ LED สีเขียว

ทำการเปรียบเทียบของหลอด LED 1 หลอดกับหลอด LED 3 หลอด โดยนำค่าของกระแส (Amp) เพิ่มขึ้นทีละ 10 mA. เพื่อจะได้ค่า Voltage และ Candela นำมาเปรียบเทียบระหว่าง LED 1 หลอด กับ LED 3 หลอด ของสีน้ำเงิน และ สีเขียว โดยใช้วงจรการทดลองดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 วงจรทดลองเพื่อหาค่ากระแส แรงดันและค่าlux

ทำการต่อวงจรในรูปที่ 4.1 โดยต่อความต้านทานอนุกรมกับหลอด LED โดยจ่ายแรงดันที่ input เท่ากับ 12 V. ซึ่งนำ Ammeter มาต่ออนุกรมกับความต้านทานเพื่อทำการวัดกระแสที่ไหลผ่านหลอด LED และนำ Voltmeter มาต่อคร่อมกับหลอด LED เพื่อวัดแรงดันตกคร่อมหลอด LED อีกทั้งทำการนำ Luxmeter มาวัดเพื่อหาค่า Lux โดยมีระยะห่างจากหลอด LED เป็นระยะทาง 30 ซม. โดยนำมาคำนวณเพื่อได้ค่า Candela แล้วนำค่ามาเปรียบเทียบดังตารางที่ 4.1 โดยนำค่าของกระแส (Amp) เพิ่มขึ้นทีละ 10 mA. เพื่อจะได้ค่า Voltage และ Candela นำมาเปรียบเทียบ ระหว่าง LED 1 หลอด กับ LED 3 หลอด ของสีน้ำเงิน และ สีเขียว

ตารางที่ 4.1 การทดสอบวัดค่าความส่องสว่างของหลอด LED สีน้ำเงิน

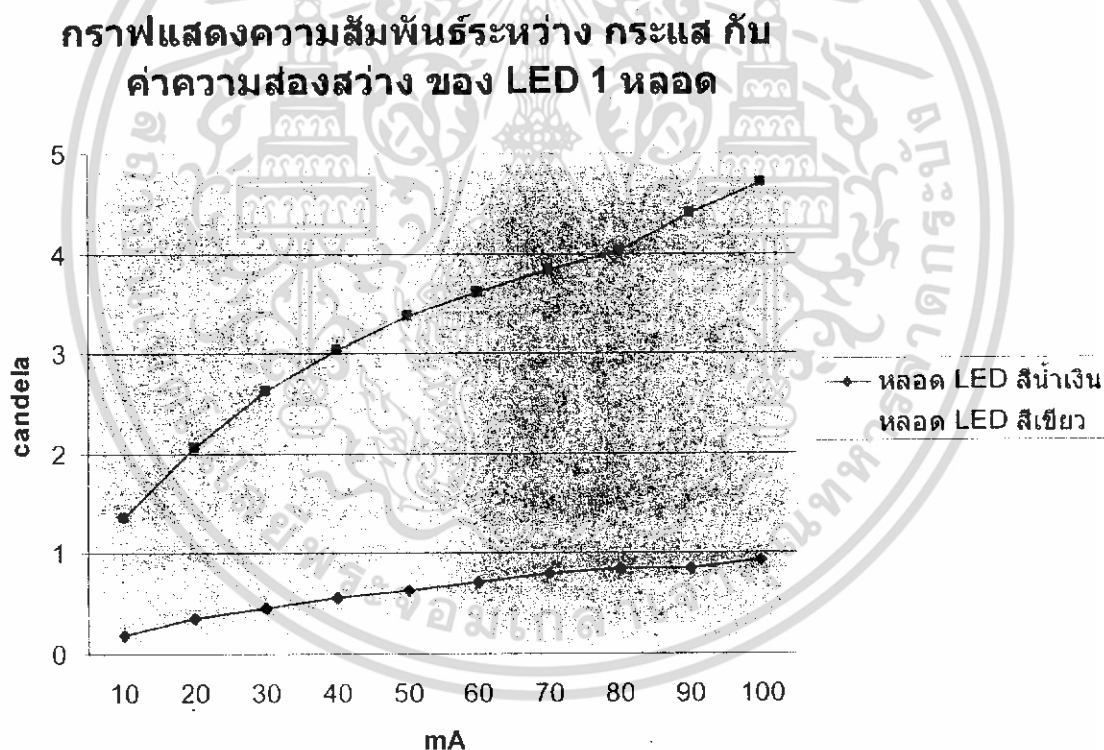
หลอด Blue LED				
Amp (mA)	1 หลอด		3 หลอด	
	voltage	candela	voltage	Candela
10	3.2	0.1944	9.3	0.4788
20	3.3	0.3564	9.6	0.7812
30	3.4	0.468	9.9	1.0296
40	3.5	0.5616	10.2	1.2492
50	3.5	0.6372	10.5	1.3896
60	3.6	0.7164	10.7	1.5372
70	3.7	0.7956	11.0	1.7208
80	3.8	0.8568	11.3	1.8468
90	3.9	0.8604	11.6	2.0232
100	3.9	0.9324	11.8	2.196

ตารางที่ 4.2 การทดสอบวัดค่าความส่องสว่างของหลอด LED สีเขียว

หลอด Green LED				
Amp (mA)	1 หลอด		3 หลอด	
	voltage	candela	voltage	candela
10	3.3	1.3644	9.6	5.2488
20	3.5	2.07	10.2	8.244
30	3.7	2.6316	10.7	10.548
40	3.8	3.042	11.2	12.384
50	3.9	3.3768	11.4	13.788
60	4	3.618	11.8	14.832
70	4.2	3.8448	11.8	14.832
80	4.3	4.0284	12.2	16.02
90	4.4	4.4064	12.5	16.38
100	4.5	4.7088	12.8	16.776

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

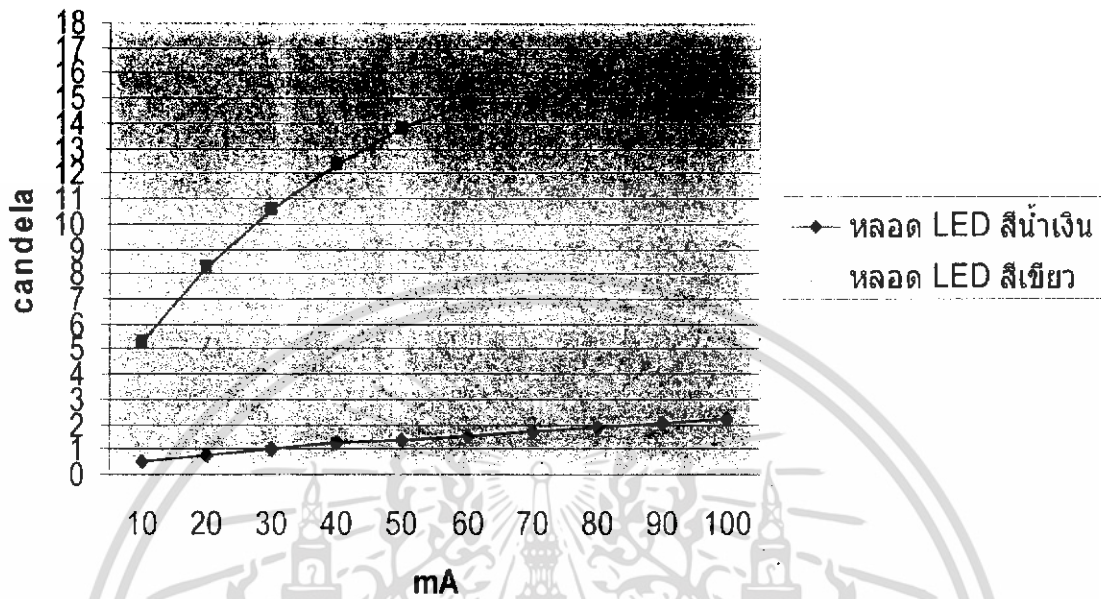
ดังตารางที่ 4.1 เป็นการเปรียบเทียบของหลอด LED 1 หลอดกับหลอด LED 3 หลอด LED สีน้ำเงินโดยนำค่าของกระแส (Amp) เพิ่มขึ้นทีละ 10 mA. เพื่อจะได้ค่า Voltage และ Candela นำมาเปรียบเทียบ ระหว่าง LED 1 หลอด กับ LED 3 หลอด ของสีน้ำเงิน โดยที่กระแส 100 mA.ค่าของหลอด LED 3 หลอดมีค่า 2.196 Candera ซึ่งมากกว่าหลอด LED 1 หลอดที่มีค่า 0.9324Candera ตามหลักความเป็นจริง และดังตารางที่ 4.2 เป็นการเปรียบเทียบของหลอด LED 1 หลอดกับหลอด LED 3 หลอด LED สีเขียวโดยนำค่าของกระแส (Amp) เพิ่มขึ้นทีละ 10 mA. เพื่อจะได้ค่า Voltage และ Candela นำมาเปรียบเทียบ ระหว่าง LED 1 หลอด กับ LED 3 หลอด ของสีน้ำเงิน โดยที่กระแส 100 mA.ค่าของหลอด LED 3 หลอดมีค่า 16.776 Candera ซึ่งมากกว่าหลอด LED 1 หลอดที่มีค่า 4.7088 Candera ตามหลักความเป็นจริง โดยนำค่าในตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2 นำมาแสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง กระแส กับค่าความส่องสว่าง ของ LED 1 หลอด และ LED 3 หลอดดังแสดงในรูปที่ 4.2 และรูปที่ 4.3



**รูปที่ 4.2** กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสกับค่าความส่องสว่างของ LED 1 หลอด

จากรูปที่ 4.2 จะเปรียบเทียบระหว่างกระแสกับค่าความส่องสว่างของ LED 1 หลอดสีน้ำเงินกับ LED 1 หลอดสีเขียว จะเห็นได้ว่าค่าของกระแส (Amp) เพิ่มขึ้นทีละ 10 mA. จาก 10-100 mA. ค่า Candera ของ LED สีเขียวจะมีค่ามากกว่าค่า Candera ของ LED สีน้ำเงิน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง กระแส กับ ค่าความส่องสว่าง ของ LED 3 หลอด

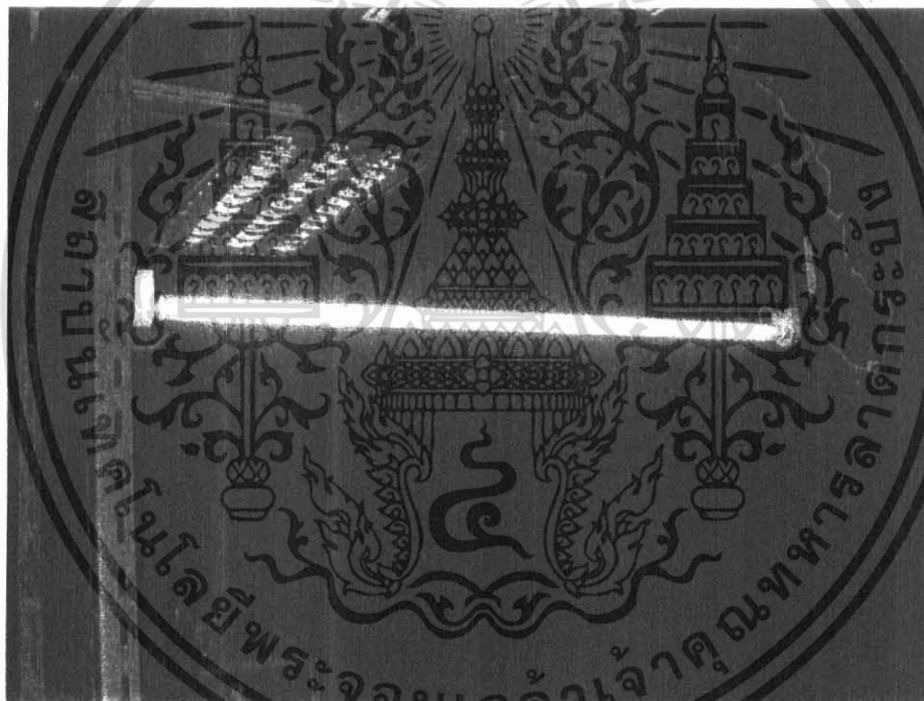


รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสกับค่าความส่องสว่างของ LED 3 หลอด

จากรูปที่ 4.3 จะเปรียบเทียบระหว่างกระแสกับค่าความส่องสว่างของ LED 3 หลอดสีน้ำเงินกับ LED หลอดสีเขียว จะเห็นได้ว่าค่าของกระแส (Amp) เพิ่มขึ้นทีละ 10 mA. จาก 10-100 mA. ค่า Candela ของ LED สีเขียวจะมีค่ามากกว่าค่า Candela ของ LED สีน้ำเงิน

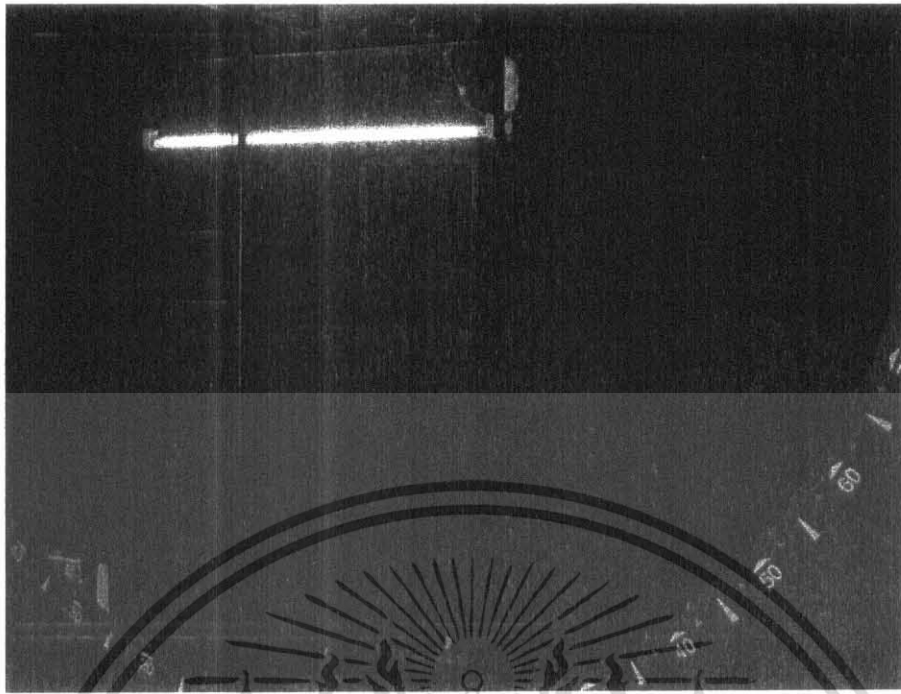
#### 4.2 ใต้อะแกรมการทดสอบค่าความส่องสว่างเปรียบเทียบระหว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์กับหลอด LED สีน้ำเงิน และหลอด LED สีเขียว

โดยทำการทดสอบและติดตั้งดวงโคม LED และหลอดฟลูออเรสเซนต์ในห้องปฏิบัติการทางแสง (Illumination laboratory) ณ อาคาร ECC - 104 โดยทำการติดตั้งตำแหน่งการวางของดวงโคม LED หรือ หลอดฟลูออเรสเซนต์ โดยในการทดสอบจะทำการวางตำแหน่งที่ 0 - 270 องศา และทำการวัดค่า lux โดย Luxmeter ที่ 0 -180 องศา เพื่อหาค่าเป็น Candera เพื่อแสดงตารางอีกทั้งยังได้ตาราง Luminous Flux Table เพื่อนำไป plot กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่าง Luminous Intensity กับ Elevation Angle โดยการติดตั้งดวงโคมในห้องปฏิบัติการดังรูปที่ 4.4(ก),(ข) และองศา 0 -180 องศาที่ทำการวัดโดย Luxmeter ดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.4(ก) การติดตั้งดวงโคมในห้องปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4(ข) การติดตั้งดวงโคมในห้องปฏิบัติการ



รูปที่ 4.5 องศา 0 -180 องศาที่ทำการวัดโดย Luxmeter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ไดอะแกรมการทดสอบค่าความส่องสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์สี่เหลี่ยม

$\gamma$ \ C	0	45	90	180	225	270
0	35.057	35.478	35.316	35.057	35.478	35.316
10	34.798	34.636	34.538	34.798	35.543	34.538
20	34.668	33.534	32.238	34.668	34.668	32.238
30	34.603	31.655	28.091	34.603	33.113	28.091
40	35.219	29.678	23.328	35.219	31.136	23.328
50	35.705	27.767	17.788	35.705	28.739	17.788
60	36.644	26.244	11.761	36.644	27.054	11.761
70	37.260	25.402	6.480	37.260	24.527	6.480
80	36.968	23.911	2.495	36.968	24.332	2.495
90	36.806	22.939	1.069	36.806	24.624	1.069
100	36.968	23.911	2.495	36.968	24.332	2.495
110	37.260	25.402	6.480	37.260	24.527	6.480
120	36.644	26.244	11.761	36.644	27.054	11.761
130	35.705	27.767	17.788	35.705	28.739	17.788
140	35.219	29.678	23.328	35.219	31.136	23.328
150	34.603	31.655	28.091	34.603	33.113	28.091
160	34.668	33.534	32.238	34.668	34.668	32.238
170	34.798	34.636	34.538	34.798	35.543	34.538
180	35.057	35.478	35.316	35.057	35.478	35.316

ดังตารางที่ 4.3 เป็นการทดสอบวัดค่าความส่องสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์สี่เหลี่ยม ทำให้ทราบทิศทางการส่องสว่างซึ่งหลอดฟลูออเรสเซนต์มีการกระจายของแสงออกทางด้านข้างของหลอดในทุกๆองศาตั้งแต่ 0 -180 องศาซึ่งในทางอุตสาหกรรมประมงหมึกจะไม่ต้องการความส่องสว่างขึ้นทางด้านบนของตัวหลอดเนื่องจากจะทำให้เกิดความสูญเสียทางแสงซึ่งไม่ทำให้เกิดประโยชน์และสิ้นเปลืองพลังงานเชื้อเพลิงในการปั่นไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ตาราง Luminous Flux Tableของหลอดฟลูออเรสเซนต์สี่ขีวยาว

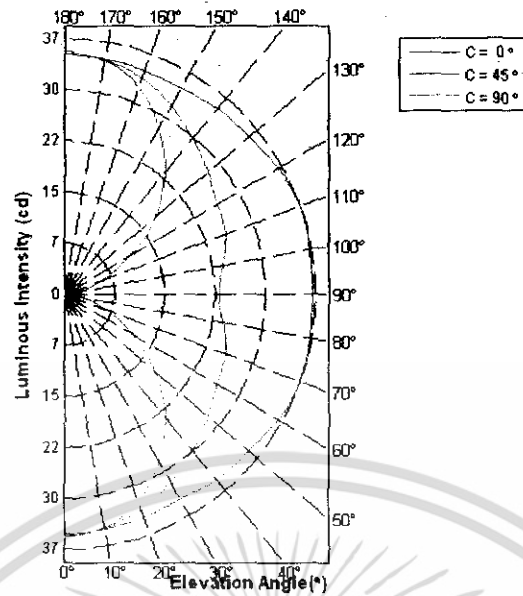
Lumious Flux Table

Light Output Ratio = 325.5% ( DLOR = 162.8% , ULOR = 162.8% )

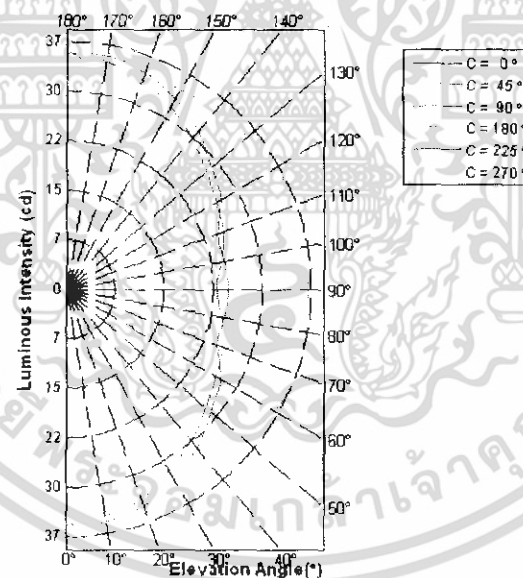
	Elevation	Cone	Lumens	Cumulative	Lamp%	Luminaire
1	0	0.0-5.0	0.8	0.8	0.8	0.3
2	10	5.0-15.0	6.6	7.5	7.5	2.3
3	20	15.0-25.0	12.6	20.1	20.1	6.2
4	30	25.0-35.0	17.4	37.4	37.4	11.5
5	40	35.0-45.0	20.9	58.3	58.3	17.9
6	50	45.0-55.0	22.9	81.2	81.2	25.0
7	60	55.0-65.0	23.7	104.9	104.9	32.3
8	70	65.0-75.0	23.6	128.5	128.5	39.5
9	80	75.0-85.0	22.9	151.3	151.3	46.5
10	90	85.0-95.0	22.5	173.8	173.8	53.5
11	100	95.0-105.0	22.9	196.7	196.7	60.5
12	110	105.0-115	23.6	220.3	220.3	67.7
13	120	115.0-125	23.7	244.0	244.0	75.0
14	130	125.0-135	22.9	266.9	266.9	82.1
15	140	135.0-145	20.9	287.7	287.7	88.5
16	150	145.0-155	17.4	305.1	305.1	93.8
17	160	155.0-165	12.6	317.7	317.7	97.7
18	170	165.0-175	6.6	324.3	324.3	99.7
19	180	175.0-180	0.8	325.2	325.2	100.0

ดังตารางที่ 4.4 โดยใช้โปรแกรมเพื่อหาค่า Luminous Flux Tableของหลอดฟลูออเรสเซนต์สี่ขีวยาวจะได้ค่า Light Output Ratio = 325.5% โดยหลอดฟลูออเรสเซนต์มีการกระจายของแสงออกทางด้านข้างของหลอดในทุกๆองศาตั้งแต่ 0 -180 องศา ทำให้ได้ค่า DLOR = 162.8% และ ULOR = 162.8% และนำค่า Elevation Angle กับค่า Luminous Intensity มา plot กราฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงความส่องสว่างของค่า Elevation Angle กับ Luminous Intensity มุม  
ติดตั้งดวงโคมที่ 0-90 องศาของหลอดฟลูออเรสเซนต์สี่เหลี่ยม



รูปที่ 4.7 กราฟแสดงความส่องสว่างของค่า Elevation Angle กับ Luminous Intensity มุม  
ติดตั้งดวงโคมที่ 0-270 องศาของหลอดฟลูออเรสเซนต์สี่เหลี่ยม

จากรูปที่ 4.6 และรูปที่ 4.7 จะแสดงความส่องสว่างในการติดตั้งหลอดที่ 0-270 องศาโดย  
ที่การติดตั้งที่มุม 0 องศา กับ 180 องศา และมุม 90 องศา กับ 270 องศา มีการสมมาตรกันแต่ที่  
การติดตั้งที่มุม 45 องศา กับ 225 องศา มีค่าที่ใกล้เคียงกันเนื่องจากหลอดฟลูออเรสเซนต์มีการ  
เอกลักษณะเนื่องจากการเปลี่ยนองศา เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยามให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ไดอะแกรมการทดสอบค่าความส่องสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์สีน้ำเงิน

$\gamma \backslash C$	0	45	90	180	225	270
0	32.89	32.76	32.76	32.89	32.76	32.76
10	32.69	32.08	31.78	32.69	32.34	31.78
20	32.30	30.75	29.52	32.30	31.01	29.52
30	31.62	28.64	25.66	31.62	29.03	25.66
40	30.72	25.89	21.16	30.72	26.41	21.16
50	30.10	23.00	15.62	30.07	23.72	15.62
60	29.35	20.48	11.02	29.35	20.83	11.02
70	28.90	18.18	4.92	28.90	18.08	4.92
80	28.25	16.52	1.62	28.25	16.04	1.62
90	27.83	15.81	0.65	27.83	15.36	0.65
100	28.25	16.52	1.62	28.25	16.04	1.62
110	28.90	18.18	4.92	28.90	18.08	4.92
120	29.35	20.48	11.02	29.35	20.83	11.02
130	30.10	23.00	15.62	30.07	23.72	15.62
140	30.72	25.89	21.16	30.72	26.41	21.16
150	31.62	28.64	25.66	31.62	29.03	25.66
160	32.30	30.75	29.52	32.30	31.01	29.52
170	32.69	32.08	31.78	32.69	32.34	31.78
180	32.89	32.76	32.76	32.89	32.76	32.76

ดังตารางที่ 4.5 เป็นการทดสอบวัดค่าความส่องสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์สีน้ำเงิน ทำให้ทราบทิศทางการส่องสว่างซึ่งหลอดฟลูออเรสเซนต์มีการกระจายของแสงออกทางด้านข้างของหลอดในทุกๆองศาตั้งแต่ 0 -180 องศาซึ่งในทางอุตสาหกรรมประมงหมึกจะไม่ต้องการความส่องสว่างขึ้นทางด้านบนของตัวหลอดเนื่องจากจะทำให้เกิดความสูญเสียทางแสงซึ่งไม่ทำให้เกิดประโยชน์และสิ้นเปลืองพลังงานเชื้อเพลิงในการปั่นไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ตาราง Luminous Flux Table ของหลอดฟลูออเรสเซนต์สีน้ำเงิน

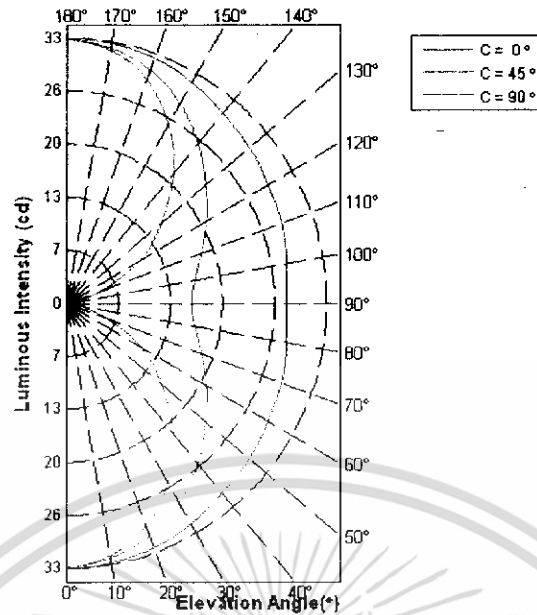
Luminous Flux Table

Light Output Ratio = 267.5% ( DLOR = 133.8% , ULOR = 133.8% )

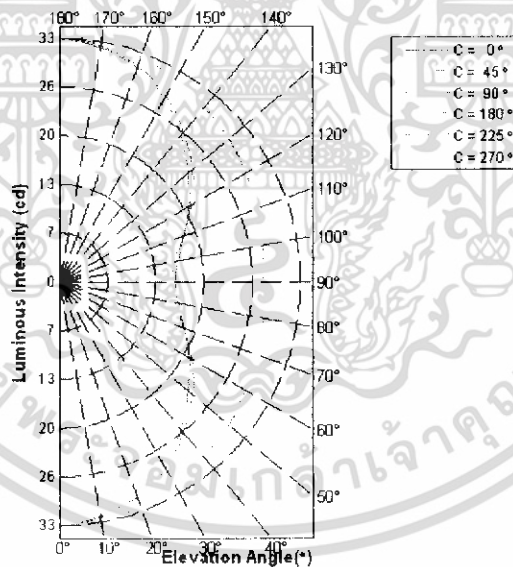
	Elevation	Cone	Lumens	Cumulative	Lamp%	Luminaire
1	0	0.0-5.0	0.8	0.8	0.8	0.3
2	10	5.0-15.0	6.1	6.9	6.9	2.6
3	20	15.0-25.0	11.6	18.5	18.5	6.9
4	30	25.0-35.0	15.7	34.2	34.2	12.8
5	40	35.0-45.0	18.3	52.5	52.5	19.7
6	50	45.0-55.0	19.3	71.8	71.8	26.9
7	60	55.0-65.0	19.3	91.1	91.1	34.1
8	70	65.0-75.0	17.8	108.9	108.9	40.8
9	80	75.0-85.0	16.6	125.5	125.5	47.0
10	90	85.0-95.0	16.1	141.6	141.6	53.0
11	100	95.0-105.0	16.6	158.2	158.2	59.2
12	110	105.0-115	17.8	176.0	176.0	65.9
13	120	115.0-125	19.3	195.3	195.3	73.1
14	130	125.0-135	19.3	214.6	214.6	80.3
15	140	135.0-145	18.3	233.0	233.0	87.2
16	150	145.0-155	15.7	248.7	248.7	93.1
17	160	155.0-165	11.6	260.3	260.3	97.4
18	170	165.0-175	6.1	266.4	266.4	99.7
19	180	175.0-180	0.8	267.2	267.2	100.0

ดังตารางที่ 4.6 โดยใช้โปรแกรมเพื่อหาค่า Luminous Flux Table ของหลอดฟลูออเรสเซนต์สีน้ำเงินจะได้ค่า Light Output Ratio = 267.5% โดยหลอดฟลูออเรสเซนต์มีการกระจายของแสงออกทางด้านข้างของหลอดในทุกๆองศาตั้งแต่ 0 -180 องศา ทำให้ได้ค่า DLOR = 133.8% และ ULOR = 133.8% และนำค่า Elevation Angle กับค่า Luminous Intensity มา plot กราฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 กราฟแสดงความส่องสว่างของค่า Elevation Angle กับ Luminous Intensity มุมติดตั้งดวงโคมที่ 0-90 องศาของหลอดฟลูออเรสเซนต์สีน้ำเงิน



รูปที่ 4.9 กราฟแสดงความส่องสว่างของค่า Elevation Angle กับ Luminous Intensity มุมติดตั้งดวงโคมที่ 0-270 องศาของหลอดฟลูออเรสเซนต์สีน้ำเงิน

จากรูปที่ 4.8 และรูปที่ 4.9 จะแสดงความส่องสว่างในการติดตั้งหลอดที่ 0-270 องศา โดยที่การติดตั้งที่มุม 0 องศา กับ 180 องศา และมุม 90 องศา กับ 270 องศา มีการสมมาตรกัน แต่ที่การติดตั้งที่มุม 45 องศา กับ 225 องศา มีค่าที่ใกล้เคียงกันเนื่องจากหลอดฟลูออเรสเซนต์มีการเอกลสลับตำแหน่งเนื่องจากการเปลี่ยนองศาในการติดตั้งเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ไดอะแกรมการทดสอบค่าความส่องสว่างของหลอด LED สีเขียว

$\gamma$ \ C	0	45	90	180	225	270
0	270.22	271.19	269.57	270.22	271.19	269.57
10	265.03	261.14	264.38	249.16	261.14	264.38
20	242.03	219.02	228.42	202.50	225.50	228.42
30	172.37	140.29	170.42	114.70	163.30	170.42
40	65.77	50.16	89.75	34.80	77.11	89.75
50	21.93	15.29	30.26	10.37	21.48	30.26
60	11.15	8.10	8.94	5.41	7.84	8.94
70	7.26	5.61	3.69	4.50	5.31	3.69
80	5.54	4.41	1.23	4.47	5.48	1.23
90	3.47	2.49	0.16	4.08	4.31	0.16

ตั้งตารางที่ 4.7 เป็นการทดสอบวัดค่าความส่องสว่างของหลอด LED สีเขียวจะมีแสงส่องเฉพาะด้านล่างของตัวหลอดซึ่งสังเกตจากผลการทดลองจะมีความสว่างของแสงในมุม 0 องศาและแสงสว่างจะเริ่มลดลงไล่ไปถึงมุม 90 องศาซึ่งมีความส่องสว่างที่ชัดเจนในด้านล่างซึ่งส่งผลดีต่ออุตสาหกรรมประมงหมึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

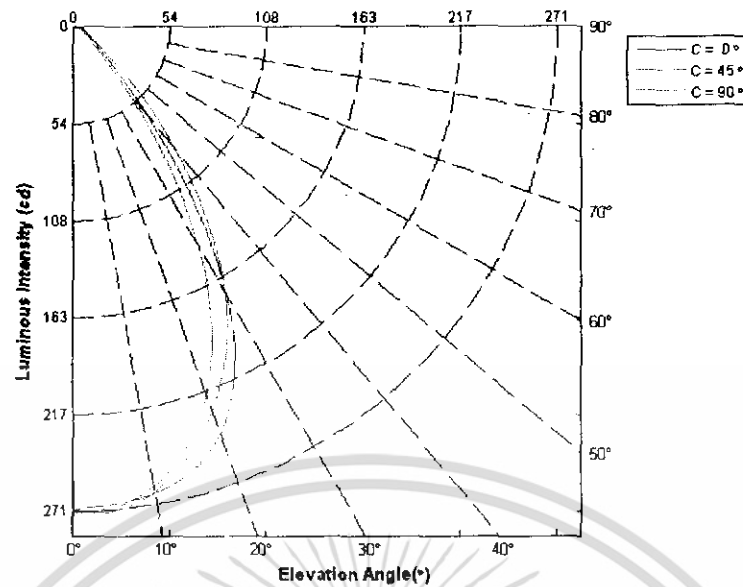
ตารางที่ 4.8 ตาราง Luminous Flux Tableของหลอด LED สีเขียว

Lumious Flux Table

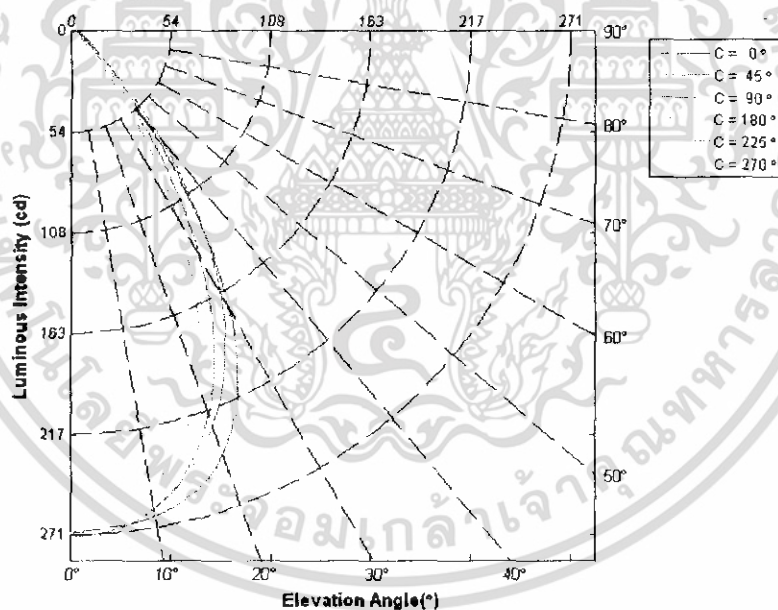
Light Output Ratio = 309.8% ( DLOR = 309.8% , ULOR = 0.0% )

	Elevation	Cone	Lumens	Cumulative	Lamp%	Luminaire
1	0	0.0-5.0	6.4	6.4	6.4	2.1
2	10	5.0-15.0	49.6	56.0	56.0	18.1
3	20	15.0-25.0	84.0	140.0	140.0	45.2
4	30	25.0-35.0	85.0	225.0	225.0	72.6
5	40	35.0-45.0	47.8	272.8	272.8	88.1
6	50	45.0-55.0	18.1	290.9	290.9	93.9
7	60	55.0-65.0	8.0	298.9	298.9	96.5
8	70	65.0-75.0	5.2	304.0	304.0	98.2
9	80	75.0-85.0	4.0	308.1	308.1	99.5
10	90	85.0-95.0	1.7	309.8	309.8	100.0

ตั้งตารางที่ 4.8 โดยใช้โปรแกรมเพื่อหาค่า Luminous Flux Tableของหลอด LED สีเขียวจะได้ค่า Light Output Ratio = 309.8% โดยหลอด LED สีเขียวมีความส่องสว่างที่ชัดเจนในด้านล่างของหลอดที่ 0 องศาและแสงสว่างจะเริ่มลดลงไล่ไปถึงมุม 90 องศาทำให้ได้ค่า DLOR = 309.8% และ ULOR = 0.0% และนำค่า Elevation Angle กับค่า Luminous Intensity มา plot กราฟ



รูปที่ 4.10 กราฟแสดงความส่องสว่างของค่า Elevation Angle กับ Luminous Intensity มุมติดตั้งดวงโคมที่ 0-90 องศาของหลอด LED สีเขียว



รูปที่ 4.11 กราฟแสดงความส่องสว่างของค่า Elevation Angle กับ Luminous Intensity มุมติดตั้งดวงโคมที่ 0-270 องศาของหลอด LED สีเขียว

จากรูปที่ 4.10 และรูปที่ 4.11 จะแสดงความส่องสว่างในการติดตั้งหลอดที่ 0-270 องศา โดยที่การติดตั้งที่มุม 90 องศา กับ 270 องศา มีการสมมาตรกัน แต่ที่การติดตั้งที่มุม 0 องศา กับ มุม 180 องศา และมุม 45 องศา กับ 225 องศา มีค่าที่ใกล้เคียงกัน เนื่องจากหลอด LED ของ เอกสตรวงโคมมีการสลับตำแหน่งเนื่องจากการเปลี่ยนองศาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ไตอะแกรมการทดสอบค่าความส่องสว่างของหลอด LED สีน้ำเงิน

$\gamma$ \ C	0	45	90	180	225	270
0	49.15	49.70	48.34	49.15	49.70	48.34
10	49.90	48.79	45.49	42.96	45.65	45.49
20	48.31	41.93	38.98	25.53	36.68	38.98
30	35.15	28.03	27.22	9.27	19.54	27.22
40	16.65	12.12	13.45	3.27	6.77	13.45
50	5.31	3.60	4.67	1.46	2.07	4.67
60	1.52	1.04	1.26	0.91	1.00	1.26
70	0.65	0.62	0.39	0.71	0.65	0.39
80	0.55	0.52	0.03	0.42	0.55	0.03
90	0.52	0.45	0.00	0.29	0.19	0.00

ดังตารางที่ 4.9 เป็นการทดสอบวัดค่าความส่องสว่างของหลอด LED สีน้ำเงินจะมีแสงส่องเฉพาะด้านล่างของตัวหลอดซึ่งสังเกตจากผลการทดลองจะมีความสว่างของแสงในมุม 0 องศาและแสงสว่างจะเริ่มลดลงไล่ไปถึงมุม 90 องศาซึ่งมีความส่องสว่างที่ชัดเจนในด้านล่างซึ่งส่งผลดีต่ออุตสาหกรรมประมงหมึก

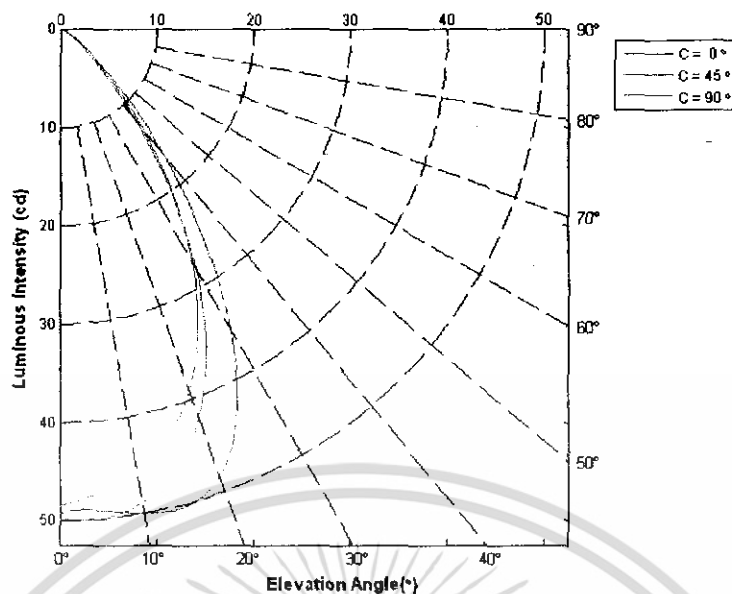
ตารางที่ 4.10 ตาราง Luminous Flux Tableของหลอด LED สีน้ำเงิน

Luminous Flux Table

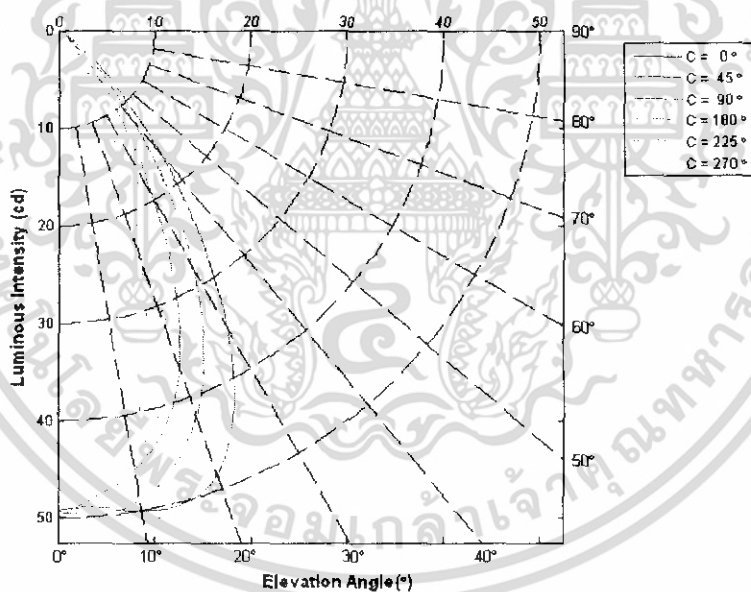
Light Output Ratio = 50.7% ( DLOR = 50.7% , ULOR = 0.0% )

	Elevation	Cone	Lumens	Cumulative	Lamp%	Luminaire
1	0	0.0-5.0	1.1	1.1	1.1	2.3
2	10	5.0-15.0	8.8	10.0	10.0	19.6
3	20	15.0-25.0	14.4	24.3	24.3	48.0
4	30	25.0-35.0	13.4	37.7	37.7	74.4
5	40	35.0-45.0	7.7	45.4	45.4	89.6
6	50	45.0-55.0	3.0	48.5	48.5	95.6
7	60	55.0-65.0	1.1	49.6	49.6	97.8
8	70	65.0-75.0	0.6	50.2	50.2	98.9
9	80	75.0-85.0	0.4	50.5	50.5	99.7
10	90	85.0-95.0	0.2	50.7	50.7	100.0

ดังตารางที่ 4.10 โดยใช้โปรแกรมเพื่อหาค่า Luminous Flux Tableของหลอด LED สีน้ำเงินจะได้ค่า Light Output Ratio = 50.7% โดยหลอด LED สีเขียวมีความส่องสว่างที่ชัดเจนในด้านล่างของหลอดที่ 0 องศาและแสงสว่างจะเริ่มลดลงไล่ไปถึงมุม 90 องศาทำให้ได้ค่า DLOR = 50.7% และ ULOR = 0.0% และนำค่า Elevation Angle กับค่า Luminous Intensity มา plot กราฟ



รูปที่ 4.12 กราฟแสดงความส่องสว่างของค่า Elevation Angle กับ Luminous Intensity มุมติดตั้งดวงโคมที่ 0-90 องศาของหลอด LED สีน้ำเงิน



รูปที่ 4.13 กราฟแสดงความส่องสว่างของค่า Elevation Angle กับ Luminous Intensity มุมติดตั้งดวงโคมที่ 0-270 องศาของหลอด LED สีน้ำเงิน

จากรูปที่ 4.12 และรูปที่ 4.13 จะแสดงความส่องสว่างในการติดตั้งหลอดที่ 0-270 องศา โดยที่การติดตั้งที่มุม 90 องศา กับ 270 องศา มีการสมมาตรกัน แต่ที่การติดตั้งที่มุม 0 องศา กับมุม 180 องศา และมุม 45 องศา กับ 225 องศา มีค่าที่ใกล้เคียงกัน เนื่องจากหลอด LED ของดวงโคมมีการสลับตำแหน่งเนื่องจากการเปลี่ยนองศา เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 ไดอะแกรมการทดสอบค่าความส่องสว่างของหลอด LED สีเขียวผสมกับหลอด LED สีน้ำเงิน

$\gamma$ \ C	0	45	90	180	225	270
0	318.49	318.17	316.22	318.49	318.17	316.22
10	314.93	307.80	309.10	293.22	304.24	309.10
20	288.36	261.14	265.03	230.04	262.12	265.03
30	206.06	168.80	197.32	124.42	182.41	197.32
40	81.97	61.95	102.06	38.94	84.56	102.06
50	27.60	18.92	34.73	12.05	23.68	34.73
60	12.86	9.36	10.50	6.58	9.17	10.50
70	8.13	6.38	4.28	5.51	6.19	4.28
80	6.32	5.18	1.49	5.09	6.22	1.49
90	4.21	3.14	0.23	4.60	4.86	0.23

ตั้งตารางที่ 4.11 เป็นการทดสอบวัดค่าความส่องสว่างของหลอด LED สีเขียวผสมกับหลอด LED สีน้ำเงินจะมีแสงส่องรวมกันเฉพาะด้านล่างของตัวหลอดซึ่งสังเกตจากผลการทดลองจะมีความสว่างของแสงในมุม 0 องศาและแสงสว่างจะเริ่มลดลงไล่ไปถึงมุม 90 องศาซึ่งมีความส่องสว่างที่ชัดเจนในด้านล่างซึ่งส่งผลดีต่ออุตสาหกรรมประมงหมึก

ตารางที่ 4.12 ตาราง Luminous Flux Tableของหลอด LED สีเขียวผสมกับหลอด LED สีน้ำเงิน

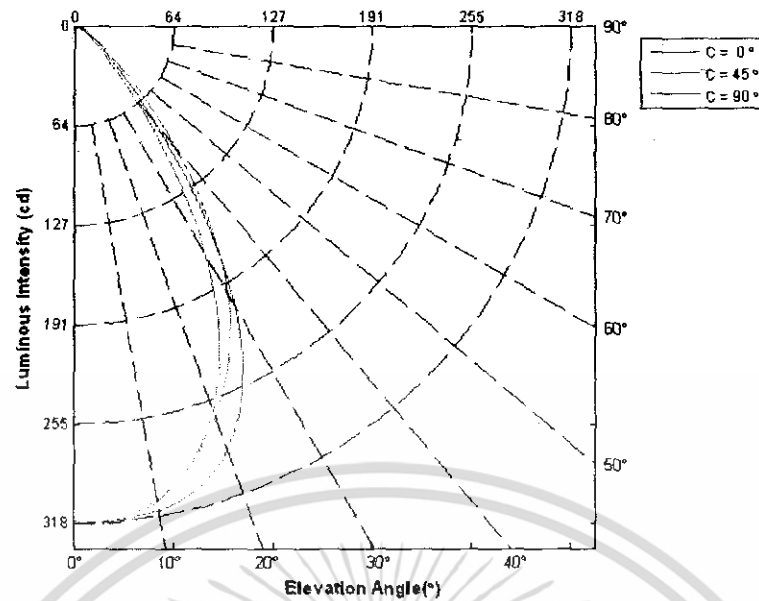
Lumious Flux Table

Light Output Ratio = 360.5% ( DLOR = 360.5% , ULOR = 0.0% )

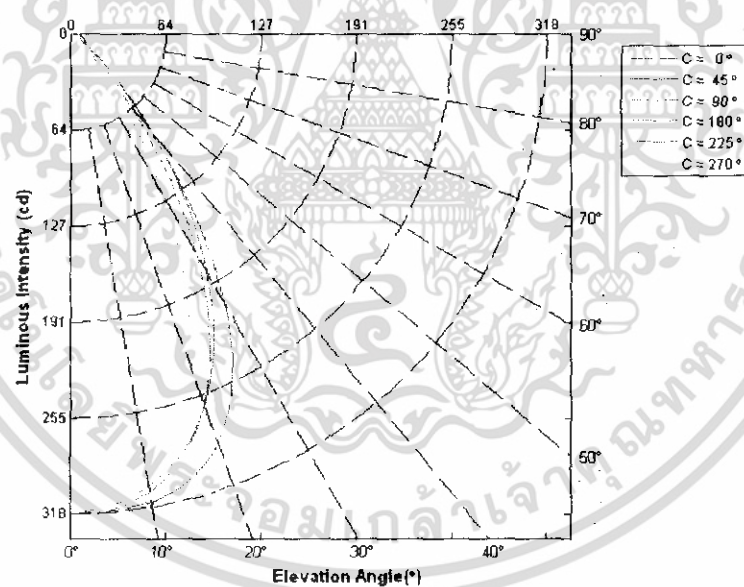
	Elevation	Cone	Lumens	Cumlative	Lamp%	Luminaire
1	0	0.0-5.0	7.5	7.5	7.5	2.1
2	10	5.0-15.0	58.3	65.7	65.7	18.2
3	20	15.0-25.0	98.1	163.9	163.9	45.5
4	30	25.0-35.0	98.2	262.1	262.1	72.7
5	40	35.0-45.0	55.3	317.4	317.4	88.0
6	50	45.0-55.0	21.2	338.6	338.6	93.9
7	60	55.0-65.0	9.3	348.0	348.0	96.5
8	70	65.0-75.0	6.0	353.9	353.9	98.2
9	80	75.0-85.0	4.6	358.6	358.6	99.5
10	90	85.0-95.0	2.0	360.5	360.5	100.0

ดังตารางที่ 4.12 โดยใช้โปรแกรมเพื่อหาค่า Luminous Flux Tableของหลอด LED สีเขียวผสมกับหลอด LED สีน้ำเงินจะได้ค่า Light Output Ratio = 360.5% โดยหลอด LED สีเขียวผสมกับหลอด LED สีน้ำเงินมีความส่องสว่างที่ชัดเจนในด้านล่างของหลอดที่ 0 องศาและแสงสว่างจะเริ่มลดลงไล่ไปถึงมุม 90 องศาทำให้ได้ค่า DLOR = 360.5% และ ULOR = 0.0% และนำค่า Elevation Angle กับค่า Luminous Intensity มา plot กราฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 กราฟแสดงความส่องสว่างของค่า Elevation Angle กับ Luminous Intensity มุมติดตั้งดวงโคมที่ 0-90 องศาของหลอด LED สีเขียวผสมกับหลอด LED สีน้ำเงิน



รูปที่ 4.15 กราฟแสดงความส่องสว่างของค่า Elevation Angle กับ Luminous Intensity มุมติดตั้งดวงโคมที่ 0-270 องศาของหลอด LED สีเขียวผสมกับหลอด LED สีน้ำเงิน

จากรูปที่ 4.14 และรูปที่ 4.15 จะแสดงความส่องสว่างในการติดตั้งหลอดที่ 0-270 องศา โดยที่การติดตั้งที่มุม 90 องศา กับ 270 องศา มีการสมมาตรกัน แต่ที่การติดตั้งที่มุม 0 องศา กับ มุม 180 องศา และมุม 45 องศา กับ 225 องศา มีค่าที่ใกล้เคียงกัน เนื่องจากหลอด LED ของ ดวงโคมมีการสลับตำแหน่งเนื่องจากการเปลี่ยนองศา เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.3 การทดสอบเปรียบเทียบความส่องสว่างของหลอด LED สีน้ำเงิน และหลอด LED สีเขียวในการไต่หมึกบนเรือประมงพื้นบ้าน

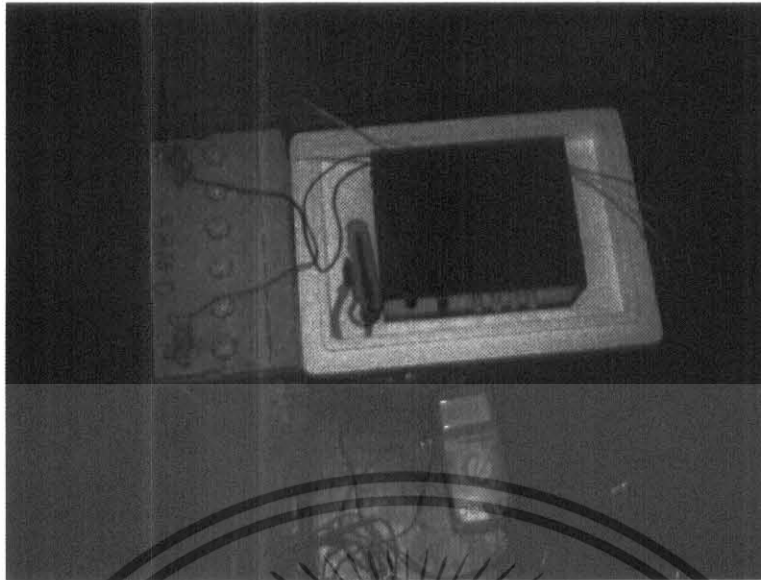
การออกปฏิบัติการในการไต่หมึกบนเรือประมงพื้นบ้าน วันที่ 10 มีนาคม 2550 เวลา 21.00 น. ถึง 02.00 น. ณ. ที่ชายฝั่งทะเล อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี โดยได้ทำการติดตั้งดวงโคม LED สีน้ำเงินและหลอด LED สีเขียวบนกาบเรือทั้ง 2 ด้านด้านละ 2 ดวงโคมโดยเดินทางออกจากชายฝั่งเป็นระยะทาง 10 ไมล์ทะเลโดยในการทดสอบดวงโคม LED จะควบคุมโดยชุดควบคุมแรงดันเพื่อปรับความสว่างของหลอดโคม LED ซึ่งได้รับแรงดันมาจากแบตเตอรี่ 12 V. ซึ่งในการทดลองแบ่งเป็น LED สีเขียว , LED สีน้ำเงินและ LED สีเขียวผสมกับ LED สีน้ำเงิน เรียงตามลำดับเป็นระยะเวลาอย่างละ 1.30 ชม.



รูปที่ 4.16 เรือประมงพื้นบ้าน

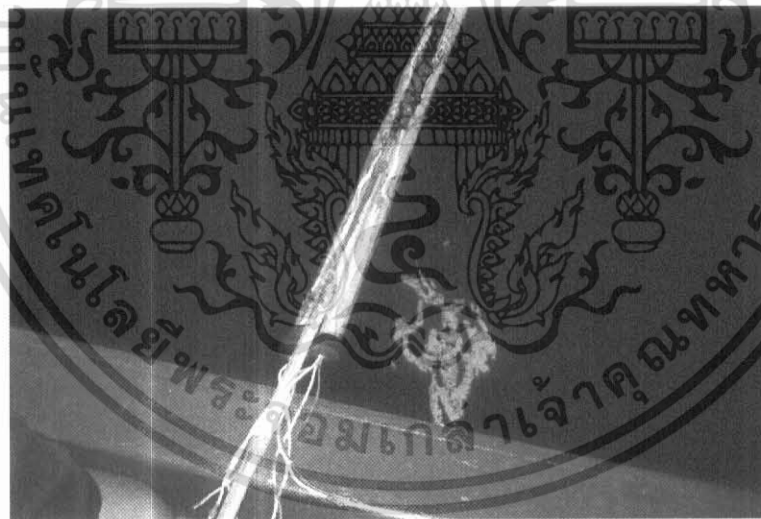
เรือประมงพื้นบ้านที่ใช้ในการออกทะเลโดยได้ทำการติดตั้งดวงโคม LED สีน้ำเงินและหลอด LED สีเขียวบนกาบเรือทั้ง 2 ด้านโดยเดินทางออกจากชายฝั่งเป็นระยะทาง 10 ไมล์ทะเล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 ชุดควบคุมแรงดันเพื่อปรับความสว่างของหลอดโคม LED

โดยในการทดสอบดวงโคม LED จะควบคุมโดยชุดควบคุมแรงดันเพื่อปรับความสว่างของหลอดโคม LED ซึ่งได้รับแรงดันมาจากแบตเตอรี่ 12 V.



รูปที่ 4.18 ดวงโคม LED ที่ทำการติดตั้งบนปีกเรือทั้ง 2 ด้าน

โดยได้ทำการติดตั้งดวงโคม LED สีน้ำเงินและหลอด LED สีเขียวบนปีกเรือทั้ง 2 ด้าน ซึ่งทำการติดตั้งดวงโคม LED ด้านละ 2 ดวงโคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.19 ดวงโคม LED ที่ทำการติดตั้งบนปีกเรือทั้ง 2 ด้านในขณะที่ทำการทดลอง

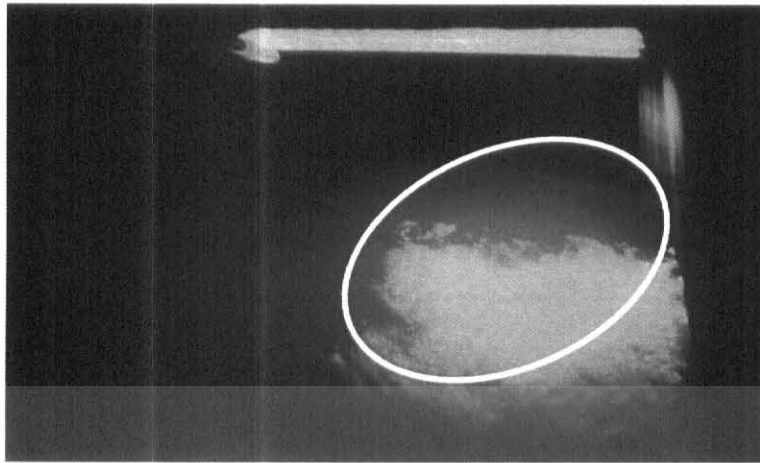
โดยได้ทำการติดตั้งดวงโคม LED บนทาบเรือทั้ง 2 ด้านซึ่งทำการติดตั้งดวงโคม LED ด้านละ 2 ดวงโคมซึ่งในรูปแบบเป็นสภาวะในการทดลองจริง



รูปที่ 4.20 ดวงโคม LED สีเขียว

ทำการทดลองดวงโคม LED สีเขียวเป็นระยะเวลา 1.30 ชม. โดยระยะห่างจากดวงโคม LED กับน้ำทะเลประมาณเท่ากับ 50 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.21 ดวงโคม LED สีน้ำเงิน

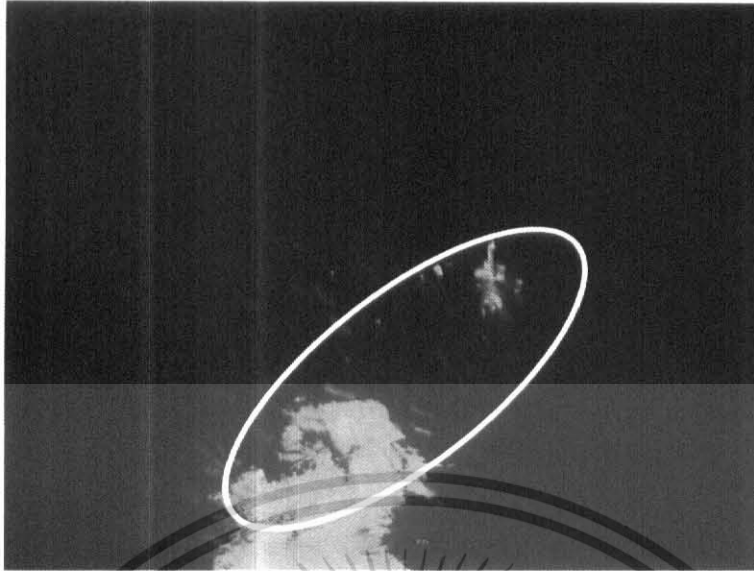
ทำการทดลองดวงโคม LED สีน้ำเงินเป็นระยะเวลา 1.30 ชม. โดยระยะห่างจากดวงโคม LED กับน้ำทะเลประมาณเท่ากับ 50 ซม.



รูปที่ 4.22 ดวงโคม LED สีเขียวผสมกับสีน้ำเงิน

ทำการทดลองดวงโคม LED สีเขียวผสมกับสีน้ำเงินเป็นระยะเวลา 1.30 ชม. โดยระยะห่างจากดวงโคม LED กับน้ำทะเลประมาณเท่ากับ 50 ซม. โดยค่าความส่องสว่างจะมีค่ารวมกันของทั้งสีเขียวกับสีน้ำเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.23 ปลาหมึกที่เข้ามาเล่นไฟ

ในรูปเป็นปลาหมึกที่เข้ามาเล่นไฟและได้ทำการปรับความสว่างของ LED ให้น้อยลงเพื่อให้ปลาหมึกขึ้นมาบริเวณเหนือน้ำทะเลและทำการตกปลาหมึกโดยใช้เครื่องมือตกได้แก่ โยทะกา



รูปที่ 4.24 ปลาหมึกที่ได้จากการตกหมึก

ในรูปเมื่อนำปลาหมึกขึ้นมาปรากฏเป็นปลาหมึกสายซึ่งได้จากการตกหมึกโดยใช้เครื่องมือตกคือ โยทะกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.4 สรุปการทดสอบดวงโคม LED ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการทางแสง

หลอด LED สีน้ำเงินมีปัญหาทางด้านความส่องสว่างซึ่งต่างจาก LED สีเขียว เนื่องจากหลอด LED สีน้ำเงินพบความเสียหายบ่อยในขณะที่หลอด LED สีเขียวไม่ค่อยพบความเสียหาย แต่หลอด LED สีน้ำเงินมีราคาถูกกว่าหลอด LED สีเขียว จึงต้องมีหลอด LED สีน้ำเงินสำรองในขณะที่เกิดความเสียหาย

เนื่องจากหลอดโคม LED มีแผ่นวงจรขนาดเล็กทำให้เกิดปัญหาที่แผ่นวงจรเกิดการเคลื่อนที่ได้จึงทำการจัดทำSupportเพื่อป้องกันการเคลื่อนที่ของแผ่นวงจรในหลอดโคม LED แต่กระนั้นก็ตามผลที่ตามมาคือทำให้เกิดการต่อวงจรยากขึ้น

ตารางที่ 4.13 ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติและประสิทธิภาพของระบบแสงสว่าง

คุณสมบัติ	หลอด ฟลูออเรสเซนต์	หลอด LED
1. ประสิทธิภาพ	85%	95%
2. อายุการใช้งาน	8,000 ชม.	50,000 ชม.
3. ประหยัดพลังงาน	ลูเมนต่อวัตต์น้อยกว่า	ลูเมนต่อวัตต์มากกว่า
4. ความซับซ้อนของวงจรขับ	ไม่ค่อยซับซ้อน	ซับซ้อนเนื่องจากวงจรชุดขับ
5. ความเข้มแสง	ต่ำเนื่องจากการกระจายของแสง	สูงที่60องศาถึง110องศา
6. ราคา	ราคาถูก	ราคาสูงเนื่องจากราคาชุดขับ

ตารางที่ 4.14 ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติของ LED สีน้ำเงินกับสีเขียว

คุณสมบัติ	LED สีน้ำเงิน	LED สีเขียว
1. ประสิทธิภาพ	95%	98%
2. ความคงทน	ต่ำขึ้นอยู่กับ การออกแบบ	สูง
3. ความเข้มแสง	ต่ำกว่าเมื่อวัดโดย Lux meter	สูงกว่าเมื่อวัดโดย Lux meter
4. ราคา	ราคาถูก	ราคาสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

#### 5.1 สรุปผลการทดลองในสภาวะจริง

ในการออกปฏิบัติการในการไดน์หมึกบนเรือประมงพื้นบ้าน วันที่ 10 มีนาคม 2550 เวลา 21.00 น. ถึง 02.00 น. ณ. ที่ชายฝั่งทะเล อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี โดยได้ทำการติดตั้งดวงโคม LED สีน้ำเงินและหลอด LED สีเขียวบนกานเรือทั้ง 2 ด้านโดยเดินทางออกจากชายฝั่งเป็นระยะทาง 10 ไมล์ทะเลโดยในการทดสอบดวงโคม LED จะควบคุมโดยชุดควบคุมแรงดันเพื่อปรับความสว่างของหลอดโคม LED ซึ่งได้รับแรงดันมาจากแบตเตอรี่ 12 V. ซึ่งในการทดลองแบ่งเป็น LED สีเขียว , LED สีน้ำเงินและ LED สีเขียวผสมกับ LED สีน้ำเงิน เรียงตามลำดับเป็นระยะเวลาอย่างละ 1.30 ชม. เนื่องจากช่วงระยะเวลาไม่เหมาะแก่การทำประมงหมึกจึงทำให้ได้ผลการทดลองไม่เป็นตามความคาดหวังโดยช่วงเวลาที่เหมาะสมจากการวิจัยคือช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคมทำการประมงตั้งแต่แรม 4 ค่ำไปจนถึงขึ้น 8 ค่ำทุกเดือนซึ่งได้คำแนะนำจากไต๋กงเรือเนื่องจากช่วงเวลานี้เหมาะสมแก่การจับปลาหมึกมากกว่าประมงหมึก

#### 5.2 วิจารณ์ผลการทดลองในสภาวะจริง

ในการออกปฏิบัติการในการไดน์หมึกบนเรือประมงพื้นบ้านแสงสว่างจากหลอดในดวงโคม LED จากการทดลองในสภาวะจริงต้องการหลอด LED ที่มีความสว่างเพิ่มขึ้นซึ่งต้องการความสว่างมากกว่าหลอด LED ที่ทำการทดลองอีกทั้งช่วงระยะเวลาไม่เหมาะแก่การทำประมงหมึกจึงทำให้ได้ผลการทดลองไม่เป็นตามความคาดหวังจากดวงโคม LED ซึ่งสีของหลอด LED สีเขียวจะมีผลต่อปลาหมึกมากกว่าสีน้ำเงินและสีเขียวผสมกับสีน้ำเงินเนื่องจากมีความลาดชันต่ำและระดับน้ำไม่ลึกมาก อีกทั้งในการวิจัยไม่ได้ทำการทดสอบและเก็บผลการทดลองอีกมากในหลายๆสถานที่เพื่อนำมาเปรียบเทียบ

## เอกสารอ้างอิง

- [1] อนุชา ส่งจิตต์สวัสดิ์ และ สมเดช สุขบรรเทิง , การทดลองกำลังไฟที่เหมาะสมในการประมงไดโนหมึก (เอกสารวิชาการฉบับที่ 6/2544) กองประมงทะเล,กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
- [2] อนุชา ส่งจิตต์สวัสดิ์,ธีรยุทธ ศรีคุ้ม,มานะ พงษ์ทองเจริญ และ ประกาศ บินรำหมาน , การทดลองการทำประมงเบ็ดตกหมึกประกอบแสงไฟล่อสีเขี้ยวบริเวณเกาะเสม็ด จังหวัดระยอง (เอกสารวิชาการฉบับที่ 4/2544) กองประมงทะเล,กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
- [3] กองประมงทะเล,2530.รายงานผลการสำรวจทรัพยากรสัตว์น้ำด้วยเครื่องมือไดโนหมึก (สปท.9) บริเวณจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ – ชุมพร – สุราษฎร์ธานี ระหว่างวันที่ 29 พ.ค. 2530 . กองประมงทะเล,กรมประมง.20หน้า.
- [4] เขียน สีนอนวงศ์. 2521. แหล่งทำการประมงปลาหมึกโดยเรืออวนลากพาณิชย์ในอ่าวไทย.รายงานประจำปี2521(6/21) , งานสัตว์น้ำอื่นๆ,กองประมงทะเล, กรมประมง. 29หน้า.
- [5] เขียน สีนอนวงศ์. 2522. แหล่งทำการประมงปลาหมึกโดยเรืออวนลากพาณิชย์ในอ่าวไทย.รายงานประจำปี2521(6/22) , งานสัตว์น้ำอื่นๆ,กองประมงทะเล, กรมประมง. 29หน้า.
- [6] เขียน สีนอนวงศ์. 2523.องค์ประกอบชนิด ขนาด และความชุกชุมของปลาหมึกที่จับได้ในแต่ละแหล่งทำการประมงของเรืออวนลากพาณิชย์ในอ่าวไทย. รายงานประจำปี 2523 (8/230) , งานสัตว์น้ำๆ ,กองประมงทะเล, กรมประมง. 22หน้า
- [7] เขียน สีนอนวงศ์. 2524. ชนิด ขนาด และความชุกชุมของปลาหมึกที่พบในแต่ละทำการประมงของเรืออวนลากพาณิชย์ในอ่าวไทย. รายงานวิชาการฉบับที่ 5/2524, ฝ่ายสัตว์น้ำๆ, กองประมงทะเล, กรมประมง.18หน้า
- [8] เฉลียว ชลธาร. 2520. การแพร่กระจายของประชากรปลาหมึกในอ่าวไทย. รายงานประจำปี 2520 (17/20) . งานสัตว์น้ำๆ , กองประมงทะเล,กรมประมง.50หน้า
- [9] เฉลียว ชลธาร. 2521. การแพร่กระจายของประชากรปลาหมึกในอ่าวไทย. รายงานประจำปี 2521 (26/21) , งานสัตว์น้ำๆ , กองประมงทะเล,กรมประมง.47หน้า
- [10] เฉลียว ชลธาร. 2522. การแพร่กระจายของประชากรปลาหมึกในอ่าวไทย. รายงานประจำปี 2522 (25/22) , งานสัตว์น้ำๆ , กองประมงทะเล,กรมประมง.43หน้า
- [11] เฉลียว ชลธาร. 2523. การแพร่กระจายของประชากรปลาหมึกในอ่าวไทย. รายงานประจำปี 2523 (26/23) , งานสัตว์น้ำๆ , กองประมงทะเล,กรมประมง.26หน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [12] ไพศาล สิทธิกรกุล. 2517. การศึกษาชนิดของปลาหมึกในอ่าวไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, แผนกชีววิทยา, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 238หน้า.
- [13] อัจฉรา วิชาสิริ. 2523. สถานการณ์การประมงปลาหมึกกล้วยของไทย. รายงานประจำปี 2523(4/23), งานสัตว์น้ำฯ, กองประมงทะเล,กรมประมง. 20หน้า.
- [14] อัศนีย์ มั่นประสิทธิ์. 2527.การประมงไคหมึก. เอกสารประกอบการสัมมนาการประมงทะเล 4-7 กันยายน 2527. กองประมงทะเลและกองสำรวจแหล่งประมง, กรมประมง.20หน้า.
- [15] อัศนีย์ มั่นประสิทธิ์. 2529.การประมงไคหมึก.วารสารการประมง, ปีที่39 ฉบับที่2 มีนาคม. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า129-143.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก



**BD136/138/140**

**Medium Power Linear and Switching Applications**

• Complement to BD135, BD137 and BD139 respectively



TO-126  
1 Emitter 2 Collector 3 Base

**PNP Epitaxial Silicon Transistor**

**Absolute Maximum Ratings**  $T_C = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
$V_{CB0}$	Collector-Base Voltage	BD136	-45
		BD138	-60
		BD140	-80
$V_{CE0}$	Collector-Emitter Voltage	BD136	-45
		BD138	-60
		BD140	-80
$V_{EB0}$	Emitter-Base Voltage	-5	V
$I_C$	Collector Current (DC)	-1.5	A
$I_{CP}$	Collector Current (Pulse)	-3.0	A
$I_B$	Base Current	-0.5	A
$P_C$	Collector Dissipation ( $T_C = 25^\circ\text{C}$ )	12.5	W
$P_C$	Collector Dissipation ( $T_C = 25^\circ\text{C}$ )	1.25	W
$T_J$	Junction Temperature	150	$^\circ\text{C}$
$T_{STG}$	Storage Temperature	-55 ~ 150	$^\circ\text{C}$

**Electrical Characteristics**  $T_C = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Units
$V_{CE(sust)}$	* Collector-Emitter Sustaining Voltage	$I_C = -30\text{mA}, I_B = 0$	BD136	-45		
			BD138	-60		
			BD140	-80		
$I_{C(s0)}$	Collector Cut-off Current	$V_{CB} = -30\text{V}, I_E = 0$			-0.1	$\mu\text{A}$
$I_{E(s0)}$	Emitter Cut-off Current	$V_{EB} = -5\text{V}, I_C = 0$			-10	$\mu\text{A}$
$h_{FE1}$	* DC Current Gain	$V_{CE} = -2\text{V}, I_C = -5\text{mA}$	25			
$h_{FE2}$		$V_{CE} = -2\text{V}, I_C = -0.5\text{A}$	25			
$h_{FE3}$		$V_{CE} = -2\text{V}, I_C = -150\text{mA}$	40		250	
$V_{CE(sat)}$	* Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C = -500\text{mA}, I_B = -50\text{mA}$			-0.5	V
$V_{BE(on)}$	* Base-Emitter ON Voltage	$V_{CE} = -2\text{V}, I_C = -0.5\text{A}$			-1	V

\* Pulse Test: P.W.=30 $\mu\text{s}$ , duty Cycle=20% Pulses

**$h_{FE}$  Classification**

Classification	h	10	15
$h_{FE3}$	40 ~ 100	63 ~ 160	100 ~ 250

BD136/138/140

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Characteristics

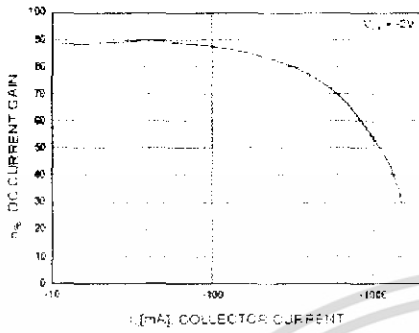


Figure 1. DC current Gain

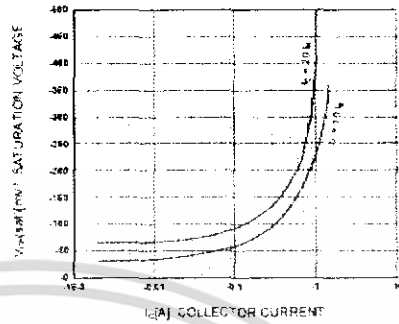


Figure 2. Collector-Emitter Saturation Voltage

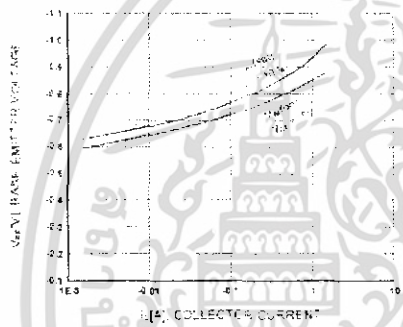


Figure 3. Base-Emitter Voltage

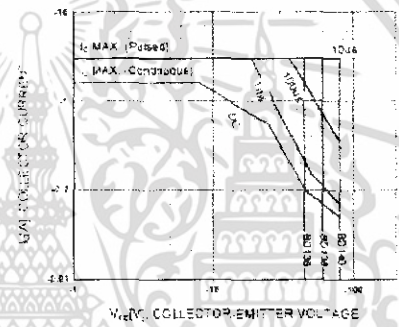


Figure 4. Safe Operating Area

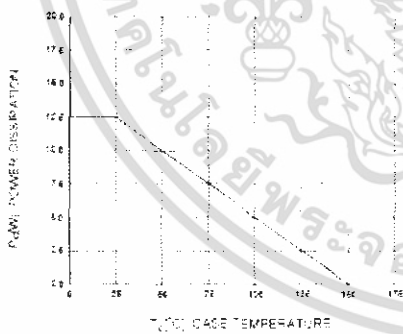


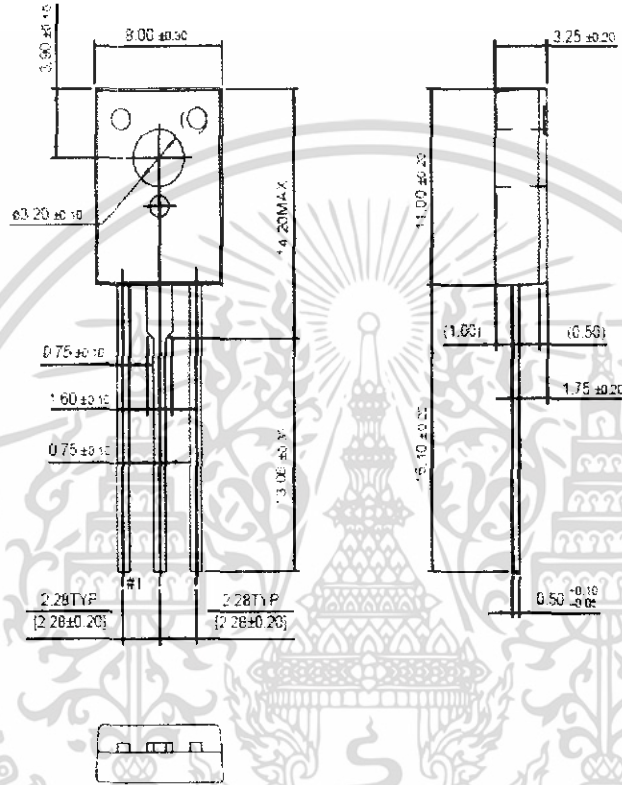
Figure 5. Power Derating

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Package Dimensions

BD136/138/140

TO-126



Dimensions in Millimeters

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## TRADEMARKS

The following are registered and unregistered trademarks Fairchild Semiconductor owns or is authorized to use and is not intended to be an exhaustive list of all such trademarks

ACEx™	HiSeC™	SuperSOT™-8
Bottomless™	ISOPLANAR™	SyncFET™
CoolFET™	MICROWIRE™	TinyLogic™
CROSSVOLT™	POP™	UHC™
E <sup>2</sup> CMOS™	PowerTrench <sup>®</sup>	VCX™
FACT™	QFET™	
FACT Quiet Series™	QS™	
FAST <sup>®</sup>	Quiet Series™	
FASTr™	SuperSOT™-3	
GTO™	SuperSOT™-6	

## DISCLAIMER

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE TO ANY PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN. FAIRCHILD DOES NOT ASSUME ANY LIABILITY ARISING OUT OF THE APPLICATION OR USE OF ANY PRODUCT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN. NEITHER DOES IT CONVEY ANY LICENSE UNDER ITS PATENT RIGHTS, NOR THE RIGHTS OF OTHERS

## LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR INTERNATIONAL

As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, or (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

## PRODUCT STATUS DEFINITIONS

### Definition of Terms

Datasheet Identification	Product Status	Definition
Advance Information	Formative or In Design	This datasheet contains the design specifications for product development. Specifications may change in any manner without notice.
Preliminary	First Production	This datasheet contains preliminary data, and supplementary data will be published at a later date. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
No Identification Needed	Full Production	This datasheet contains final specifications. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
Obsolete	Not In Production	This datasheet contains specifications on a product that has been discontinued by Fairchild semiconductor. The datasheet is printed for reference information only.

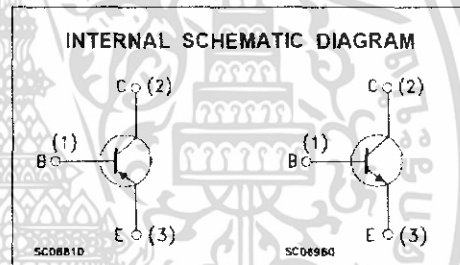
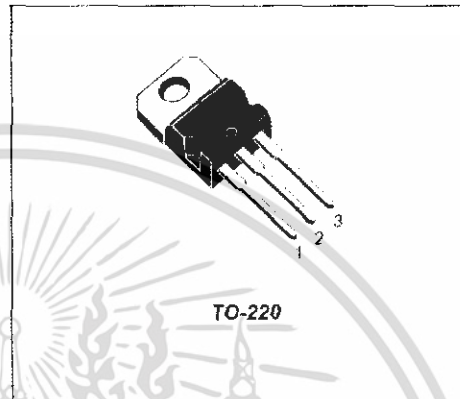
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**COMPLEMENTARY SILICON POWER TRANSISTORS**

- SGS-THOMSON PREFERRED SALE TYPES
- COMPLEMENTARY PNP - NPN DEVICES

**DESCRIPTION**

The MJE3055T is a silicon epitaxial-base NPN transistor in Jedec TO-220 package. It is intended for power switching circuits and general-purpose amplifiers. The complementary PNP type is MJE2955T.



**ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS**

Symbol	Parameter	Value	Unit
$V_{CE0}$	Collector-Emitter Voltage ( $I_B = 0$ )	60	V
$V_{CB0}$	Collector-Base Voltage ( $I_E = 0$ )	70	V
$V_{EB0}$	Emitter-Base Voltage ( $I_C = 0$ )	5	V
$I_C$	Collector Current	10	A
$I_B$	Base Current	6	A
$P_{tot}$	Total Power Dissipation at $T_{case} \leq 25^\circ C$	75	W
$T_{stg}$	Storage Temperature	-55 to 150	$^\circ C$
$T_J$	Max Operating Junction Temperature	150	$^\circ C$

For PNP types voltage and current values are negative

**MJE2955T / MJE3055T**

**THERMAL DATA**

$R_{\theta(jc)}$	Thermal Resistance Junction-case	Max	1.66	$^{\circ}\text{C/W}$
------------------	----------------------------------	-----	------	----------------------

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS** ( $T_{\text{case}} = 25^{\circ}\text{C}$  unless otherwise specified)

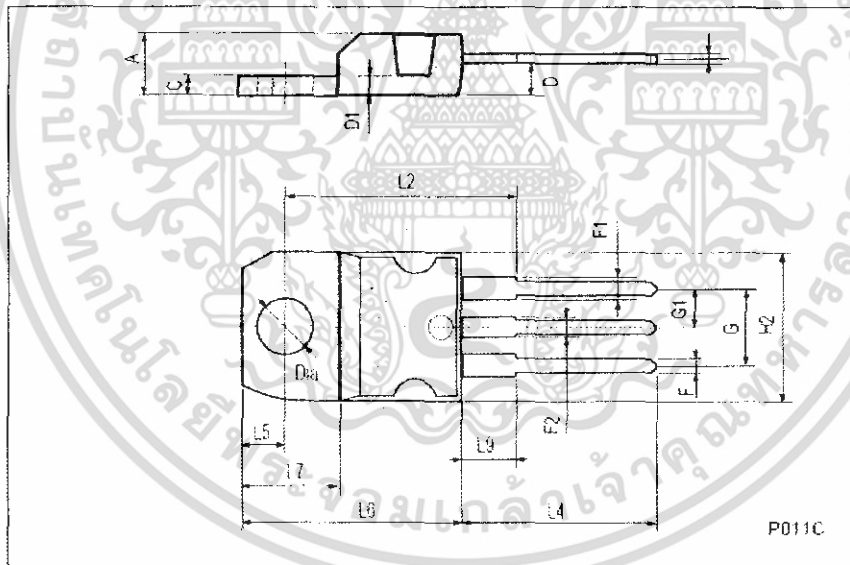
Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$I_{CE0}$	Collector Cut-off Current ( $I_B = 0$ )	$V_{CE} = 30\text{ V}$			700	$\mu\text{A}$
$I_{CEX}$	Collector Cut-off Current ( $V_{BE} = 1.5\text{ V}$ )	$V_{CE} = 70\text{ V}$ $T_{\text{case}} = 150^{\circ}\text{C}$			1 5	$\text{mA}$ $\text{mA}$
$I_{CBO}$	Collector Cut-off Current ( $I_E = 0$ )	$V_{CBO} = 70\text{ V}$ $T_{\text{case}} = 150^{\circ}\text{C}$			1 10	$\text{mA}$ $\text{mA}$
$I_{ESC}$	Emitter Cut-off Current ( $I_C = 0$ )	$V_{ES0} = 5\text{ V}$			5	$\text{mA}$
$V_{CE(sus)}$ *	Collector-Emitter Sustaining Voltage	$I_C = 200\text{ mA}$	60			$\text{V}$
$V_{CE(sat)}$ *	Collector-Emitter Sustaining Voltage	$I_C = 4\text{ A}$ $I_C = 10\text{ A}$		$I_B = 0.4\text{ A}$ $I_B = 3.3\text{ A}$		1.1 8 $\text{V}$ $\text{V}$
$V_{BE(on)}$ *	Base-Emitter on Voltage	$I_C = 4\text{ A}$		$V_{CE} = 4\text{ V}$		1.8 $\text{V}$
$h_{FE}$	DC Current Gain	$I_C = 4\text{ A}$ $I_C = 10\text{ A}$		$V_{CE} = 4\text{ V}$ $V_{CE} = 4\text{ V}$		20 5 70
$f_T$	Transistor Frequency	$I_C = 500\text{ mA}$ $f = 500\text{ KHz}$		$V_{CE} = 10\text{ V}$		2 $\text{MHz}$

\* Pulsed. Pulse duration = 300 $\mu\text{s}$ , duty cycle  $\leq 2\%$   
For PNP type voltage and current values are negative

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**TO-220 MECHANICAL DATA**

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	4.40		4.60	0.173		0.181
C	1.23		1.32	0.048		0.051
D	2.40		2.72	0.094		0.107
D1		1.27			0.050	
E	0.49		0.78	0.019		0.0327
F	0.61		0.88	0.024		0.034
F1	1.14		1.70	0.044		0.067
F2	1.14		1.70	0.044		0.067
G	4.96		5.15	0.194		0.203
G1	2.4		2.7	0.094		0.106
H2	10.0		10.40	0.393		0.409
L2		16.4			0.645	
L4	13.0		14.0	0.511		0.551
L5	2.65		2.95	0.104		0.116
L6	15.25		15.75	0.600		0.620
L7	6.2		6.6	0.244		0.260
L9	3.5		3.93	0.137		0.154
DIA.	3.75		3.85	0.147		0.151



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## TIP125/126/127

### Medium Power Linear Switching Applications

• Complementary to TIP120/121/122



TO-220

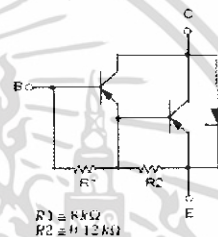
1 Base 2 Collector 3 Emitter

### PNP Epitaxial Darlington Transistor

#### Absolute Maximum Ratings $T_C=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units	
$V_{CBO}$	Collector-Base Voltage	TIP125 TIP126 TIP127	-60 -80 -100	V
	Collector-Emitter Voltage	TIP125	-60	V
		TIP126	-80	V
TIP127		-100	V	
$V_{EBO}$	Emitter-Base Voltage	-5	V	
$I_C$	Collector Current (DC)	-5	A	
$I_{CP}$	Collector Current (Pulse)	-8	A	
$I_B$	Base Current (DC)	-120	mA	
$P_C$	Collector Dissipation ( $T_J=25^\circ\text{C}$ )	2	W	
	Collector Dissipation ( $T_C=25^\circ\text{C}$ )	65	W	
$T_J$	Junction Temperature	150	$^\circ\text{C}$	
$T_{STG}$	Storage Temperature	-65 ~ 150	$^\circ\text{C}$	

Equivalent Circuit



#### Electrical Characteristics $T_C=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Max.	Units
$V_{CE(sus)}$	Collector-Emitter Sustaining Voltage	TIP125	-60		V
		TIP126	-80		V
		TIP127	-120		V
$I_{CEO}$	Collector Cut-off Current	TIP125		-2	mA
		TIP126		-2	mA
		TIP127		-2	mA
$I_{CEC}$	Collector Cut-off Current	TIP125		-1	mA
		TIP126		-1	mA
		TIP127		-1	mA
$I_{EEO}$	Emitter Cut-off Current	$V_{BE} = -5V, I_C = 0$		-2	mA
$h_{FE}$	* DC Current Gain	$V_{CE} = -3V, I_C = 0.5A$	1000		
		$V_{CE} = -3V, I_C = -3A$	1000		
$V_{CE(sat)}$	* Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C = -3A, I_B = -12mA$		-2	V
		$I_C = -5A, I_B = -20mA$		-4	V
$V_{BE(on)}$	* Base-Emitter ON Voltage	$V_{CE} = -3V, I_C = -3A$		-2.5	V
$C_{ob}$	Output Capacitance	$V_{CB} = -10V, I_E = 0, f = 0.1\text{MHz}$		300	pF

\* Pulse Test: PWR300ps, Duty cycle 2%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Characteristics

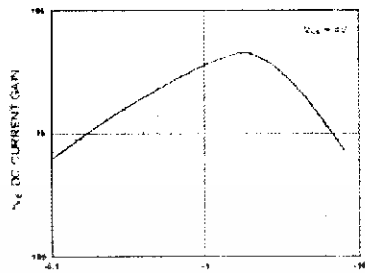


Figure 1. DC current Gain

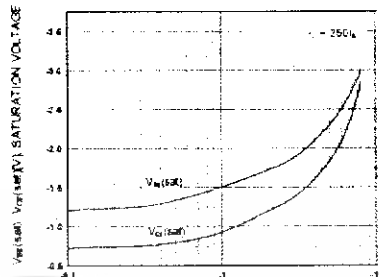


Figure 2. Base-Emitter Saturation Voltage  
Collector-Emitter Saturation Voltage

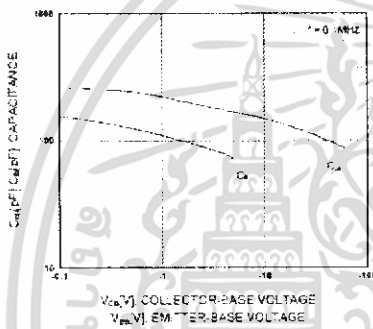


Figure 3. Output and Input Capacitance vs. Reverse Voltage

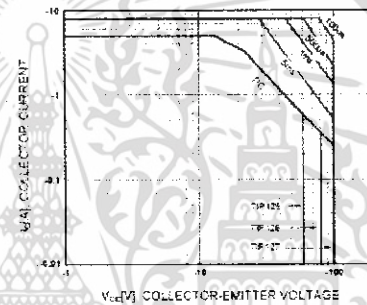


Figure 4. Safe Operating Area

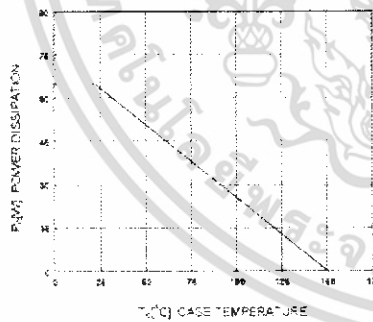


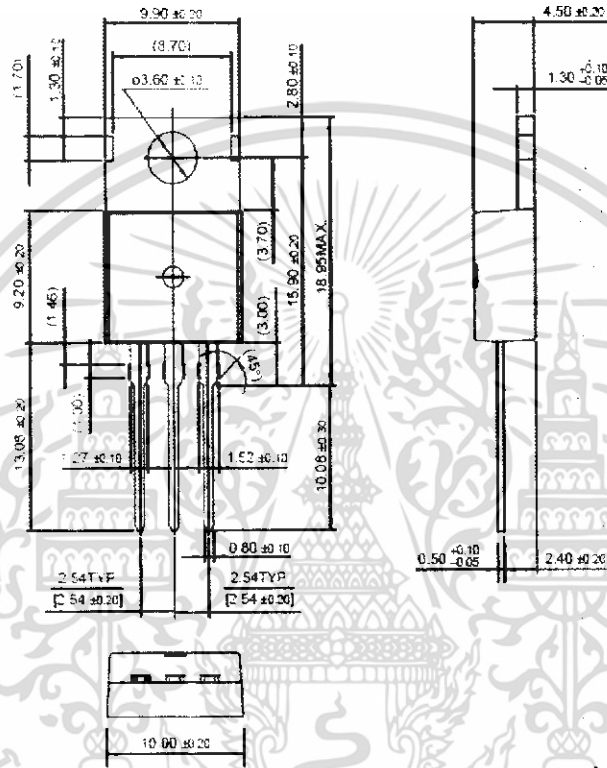
Figure 5. Power Derating

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# Package Dimensions

## TO-220

TIP125/126/127



Dimensions in Millimeters

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## TRADEMARKS

The following are registered and unregistered trademarks Fairchild Semiconductor owns or is authorized to use and is not intended to be an exhaustive list of all such trademarks

ACE <sup>x</sup> ™	FAST <sup>®</sup>	OPTOPLANAR™	STAR*POWER™
Bottomless™	FASTr™	PACMAN™	Stealth™
CoolFET™	FRFET™	POP™	SuperSOT™-3
CROSSVOLT™	GlobalOptoisolator™	Power247™	SuperSOT™-6
DenseTrench™	GTO™	PowerTrench <sup>®</sup>	SuperSOT™-8
DOME™	HiSeC™	QFET™	SyncFET™
EcoSPARK™	ISOPLANAR™	QS™	TruTranslation™
E <sup>2</sup> CMOS™	LittleFET™	QT Optoelectronics™	TinyLogic™
EnSigna™	MicroFET™	Quiet Series™	UHC™
FACT™	MICROWIRE™	SLIENT SWITCHER <sup>®</sup>	UltraFET <sup>®</sup>
FACT Quiet Series™	OPTOLOGIC™	SMART START™	VCX™

STAR\*POWER is used under license

## DISCLAIMER

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE TO ANY PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN. FAIRCHILD DOES NOT ASSUME ANY LIABILITY ARISING OUT OF THE APPLICATION OR USE OF ANY PRODUCT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN; NEITHER DOES IT CONVEY ANY LICENSE UNDER ITS PATENT RIGHTS, NOR THE RIGHTS OF OTHERS

## LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION.

As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which: (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, or (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

## PRODUCT STATUS DEFINITIONS

### Definition of Terms

Datasheet Identification	Product Status	Definition
Advance Information	Formative or In Design	This datasheet contains the design specifications for product development. Specifications may change in any manner without notice.
Preliminary	First Production	This datasheet contains preliminary data, and supplementary data will be published at a later date. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
No Identification Needed	Full Production	This datasheet contains final specifications. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
Obsolete	Not in Production	This datasheet contains specifications on a product that has been discontinued by Fairchild semiconductor. The datasheet is printed for reference information only.

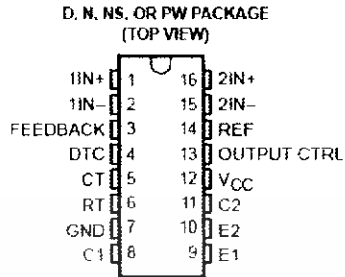
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# TL494

## PULSE-WIDTH-MODULATION CONTROL CIRCUITS

SLVS074B – JANUARY 1983 – REVISED JULY 1999

- Complete PWM Power Control Circuitry
- Uncommitted Outputs for 200-mA Sink or Source Current
- Output Control Selects Single-Ended or Push-Pull Operation
- Internal Circuitry Prohibits Double Pulse at Either Output
- Variable Dead Time Provides Control Over Total Range
- Internal Regulator Provides a Stable 5-V Reference Supply With 5% Tolerance
- Circuit Architecture Allows Easy Synchronization



### description

The TL494 incorporates all the functions required in the construction of a pulse-width-modulation (PWM) control circuit on a single chip. Designed primarily for power-supply control, this device offers the flexibility to tailor the power-supply control circuitry to a specific application.

The TL494 contains two error amplifiers, an on-chip adjustable oscillator, a dead-time control (DTC) comparator, a pulse-steering control flip-flop, a 5-V, 5%-precision regulator, and output-control circuits.

The error amplifiers exhibit a common-mode voltage range from  $-0.3\text{ V}$  to  $V_{CC} - 2\text{ V}$ . The dead-time control comparator has a fixed offset that provides approximately 5% dead time. The on-chip oscillator can be bypassed by terminating RT to the reference output and providing a sawtooth input to CT, or it can drive the common circuits in synchronous multiple-rail power supplies.

The uncommitted output transistors provide either common-emitter or emitter-follower output capability. The TL494 provides for push-pull or single-ended output operation, which can be selected through the output-control function. The architecture of this device prohibits the possibility of either output being pulsed twice during push-pull operation.

The TL494C is characterized for operation from  $0^{\circ}\text{C}$  to  $70^{\circ}\text{C}$ . The TL494I is characterized for operation from  $-40^{\circ}\text{C}$  to  $85^{\circ}\text{C}$ .

FUNCTION TABLE

INPUT TO OUTPUT CTRL	OUTPUT FUNCTION
$V_I = \text{GND}$	Single-ended or parallel output
$V_I = V_{ref}$	Normal push-pull operation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**TL494**  
**PULSE-WIDTH-MODULATION CONTROL CIRCUITS**

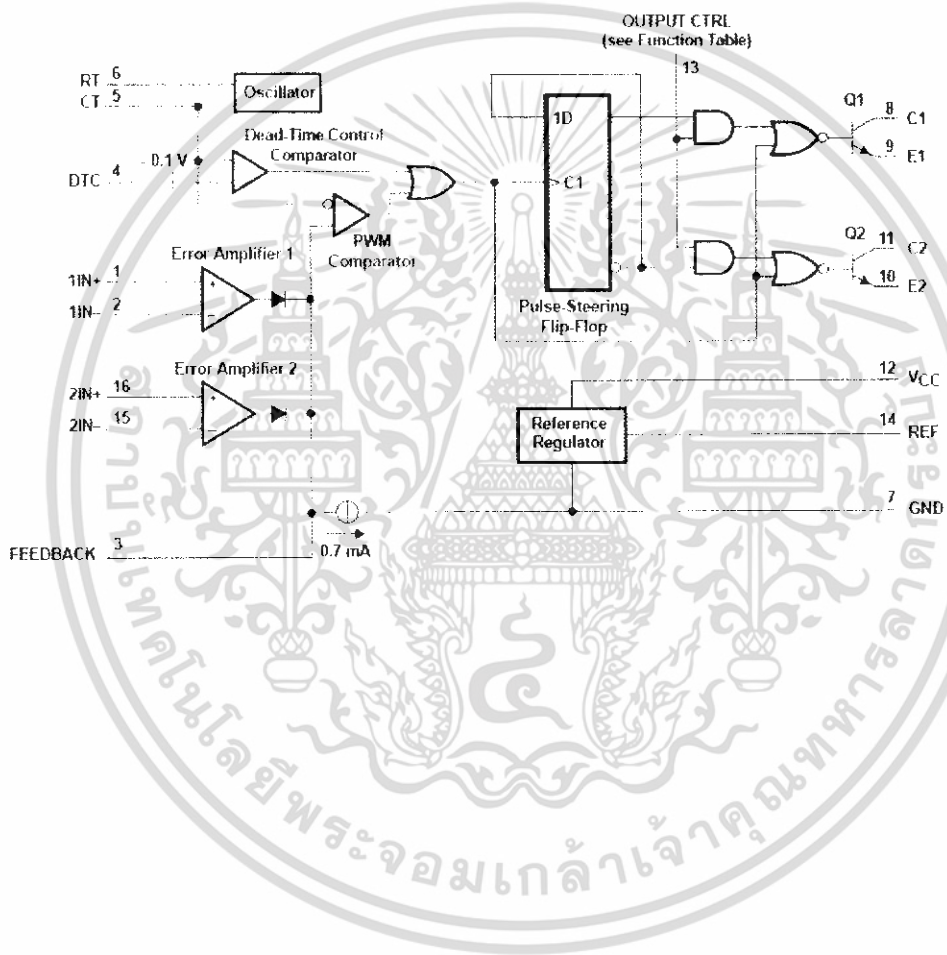
SL45074B - JANUARY 1985 - RE-USED JULY 1999

**AVAILABLE OPTIONS**

T <sub>A</sub>	PACKAGED DEVICES				
	SMALL OUTLINE (D)	PLASTIC DIP (N)	SMALL OUTLINE (NS)	SHRINK SMALL OUTLINE (PW)	CHIP FORM (Y)
0°C to 70°C	TL494CD	TL494CN	TL494CNS	TL494CPW	TL494Y
-40°C to 85°C	TL494ID	TL494IN	---	---	---

The D, NS, and PW packages are available taped and reeled. Add the suffix R to device type (e.g., TL494CDR). Chip forms are tested at 25°C.

**functional block diagram**



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# TL494

## PULSE-WIDTH-MODULATION CONTROL CIRCUITS

SLV5074B – JANUARY 1963 – REVISED JULY 1969

### absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)<sup>†</sup>

		TL494	UNIT	
Supply voltage, $V_{CC}$ (see Note 1)		41	V	
Amplifier input voltage, $V_i$		$V_{CC}+0.3$	V	
Collector output voltage, $V_O$		41	V	
Collector output current, $I_O$		250	mA	
Package thermal impedance, $\theta_{JA}$ (see Notes 2 and 3)	D package	73	°C	
	N package	68		
	NS package	64		
	PW package	108		
Lead temperature 1.6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds		D, N, or PW package	260	°C
Storage temperature range, $T_{stg}$		-65 to 150		°C

<sup>†</sup> Stresses beyond those listed under "absolute maximum ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under "recommended operating conditions" is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

- NOTES
- All voltage values, except differential voltages, are with respect to the network ground terminal.
  - Maximum power dissipation is a function of  $T_j(\text{max})$ ,  $\theta_{JA}$ , and  $T_A$ . The maximum allowable power dissipation at any allowable ambient temperature is  $P_D = (T_j(\text{max}) - T_A)/\theta_{JA}$ . Operating at the absolute maximum  $T_j$  of 150°C can impact reliability.
  - The package thermal impedance is calculated in accordance with JEDEC 51, except for through-hole packages, which use a trace length of zero.

### recommended operating conditions

	TL494		UNIT	
	MIN	MAX		
Supply voltage, $V_{CC}$	7	40	V	
Amplifier input voltage, $V_i$	-0.3	$V_{CC}-2$	V	
Collector output voltage, $V_O$		40	V	
Collector output current (each transistor)		200	mA	
Current into feedback terminal		0.3	mA	
Oscillator frequency, $f_{osc}$	1	300	kHz	
Timing capacitor, $C_T$	0.47	10000	nF	
Timing resistor, $R_T$	1.8	500	k $\Omega$	
Operating free-air temperature, $T_A$	TL494C	0	70	°C
	TL494I	-40	85	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# TL494 PULSE-WIDTH-MODULATION CONTROL CIRCUITS

SLVS074E – JANUARY 1983 – REVISED JULY 1999

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range,  $V_{CC} = 15\text{ V}$ ,  $f = 10\text{ kHz}$  (unless otherwise noted)

## reference section

PARAMETER	TEST CONDITIONS†	TL494C, TL494I			UNIT
		MIN	TYP‡	MAX	
Output voltage (REF)	$I_O = 1\text{ mA}$	4.75	5	5.25	V
Input regulation	$V_{CC} = 7\text{ V to }40\text{ V}$		2	25	mV
Output regulation	$I_O = 1\text{ mA to }10\text{ mA}$		1	15	mV
Output voltage change with temperature	$\Delta T_A = \text{MIN to MAX}$		2	10	mV/V
Short-circuit output current§	REF = 0 V		25		mA

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.

‡ All typical values, except for parameter changes with temperature, are at  $T_A = 25^\circ\text{C}$ .

§ Duration of the short circuit should not exceed one second.

## oscillator section, $C_T = 0.01\ \mu\text{F}$ , $R_T = 12\text{ k}\Omega$ (see Figure 1)

PARAMETER	TEST CONDITIONS†	TL494, TL494I			UNIT
		MIN	TYP‡	MAX	
Frequency			10		kHz
Standard deviation of frequency¶	All values of $V_{CC}$ , $C_T$ , $R_T$ , and $T_A$ constant		100		Hz/kHz
Frequency change with voltage	$V_{CC} = 7\text{ V to }40\text{ V}$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$		1		Hz/kHz
Frequency change with temperature#	$\Delta T_A = \text{MIN to MAX}$			10	Hz/kHz

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.

‡ All typical values, except for parameter changes with temperature, are at  $T_A = 25^\circ\text{C}$ .

¶ Standard deviation is a measure of the statistical distribution about the mean as derived from the formula

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

# Temperature coefficient of timing capacitor and timing resistor are not taken into account.

## error-amplifier section (see Figure 2)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	TL494, TL494I			UNIT
		MIN	TYP‡	MAX	
Input offset voltage	$V_O (\text{FEEDBACK}) = 2.5\text{ V}$		2	10	mV
Input offset current	$V_O (\text{FEEDBACK}) = 2.5\text{ V}$		25	250	nA
Input bias current	$V_O (\text{FEEDBACK}) = 2.5\text{ V}$		0.2	1	$\mu\text{A}$
Common-mode input voltage range	$V_{CC} = 7\text{ V to }40\text{ V}$	-0.3 to			V
Open-loop voltage amplification	$\Delta V_O = 3\text{ V}$ , $R_L = 2\text{ k}\Omega$ , $V_O = 0.5\text{ V to }3.5\text{ V}$	70	95		dB
Unity-gain bandwidth	$V_O = 0.5\text{ V to }3.5\text{ V}$ , $R_L = 2\text{ k}\Omega$		800		kHz
Common-mode rejection ratio	$\Delta V_O = 40\text{ V}$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$		55	80	dB
Output sink current (FEEDBACK)	$V_{ID} = -15\text{ mV to }-5\text{ V}$ , $V (\text{FEEDBACK}) = 0.7\text{ V}$	0.3	0.7		mA
Output source current (FEEDBACK)	$V_{ID} = 15\text{ mV to }5\text{ V}$ , $V (\text{FEEDBACK}) = 3.5\text{ V}$	-2			mA

‡ All typical values, except for parameter changes with temperature, are at  $T_A = 25^\circ\text{C}$ .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## TL494 PULSE-WIDTH-MODULATION CONTROL CIRCUITS

SLY5074B - JANUARY 1983 - RE. (ISED JULY 1993)

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range,  $V_{CC} = 15\text{ V}$ ,  $f = 10\text{ kHz}$ ,  $T_A = 25^\circ\text{C}$  (unless otherwise noted)

### reference section

PARAMETER	TEST CONDITIONS†	TL494Y			UNIT
		MIN	TYP‡	MAX	
Output voltage (REF)	$I_O = 1\text{ mA}$		5		V
Input regulation	$V_{CC} = 7\text{ V to }40\text{ V}$		2		mV
Output regulation	$I_O = 1\text{ mA to }10\text{ mA}$		1		mV
Short-circuit output current‡	REF = 0 V		25		mA

† All typical values, except for parameter changes with temperature, are at  $T_A = 25^\circ\text{C}$ .

‡ Duration of the short circuit should not exceed one second.

### oscillator section, $C_T = 0.01\ \mu\text{F}$ , $R_T = 12\ \text{k}\Omega$ (see Figure 1)

PARAMETER	TEST CONDITIONS†	TL494Y			UNIT
		MIN	TYP‡	MAX	
Frequency			10		kHz
Standard deviation of frequency§	All values of $V_{CC}$ , $C_T$ , $R_T$ , and $T_A$ constant		100		Hz/kHz
Frequency change with voltage	$V_{CC} = 7\text{ V to }40\text{ V}$		1		Hz/kHz

† All typical values, except for parameter changes with temperature, are at  $T_A = 25^\circ\text{C}$ .

§ Standard deviation is a measure of the statistical distribution about the mean as derived from the formula:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N-1}}$$

### error-amplifier section (see Figure 2)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	TL494Y			UNIT
		MIN	TYP‡	MAX	
Input offset voltage	$V_O(\text{FEEDBACK}) = 2.5\text{ V}$		2		mV
Input offset current	$V_O(\text{FEEDBACK}) = 2.5\text{ V}$		25		nA
Input bias current	$V_O(\text{FEEDBACK}) = 2.5\text{ V}$		0.2		$\mu\text{A}$
Open-loop voltage amplification	$\Delta V_O = 3\text{ V}$ , $R_L = 2\ \text{k}\Omega$ , $V_O = 0.5\text{ V to }3.5\text{ V}$		95		dB
Unity-gain bandwidth	$V_O = 0.5\text{ V to }3.5\text{ V}$ , $R_L = 2\ \text{k}\Omega$		800		kHz
Common-mode rejection ratio	$\Delta V_O = 40\text{ V}$		80		dB
Output sink current (FEEDBACK)	$V_{ID} = -15\text{ mV to }-5\text{ V}$ , $V(\text{FEEDBACK}) = 0.7\text{ V}$		0.7		mA

† All typical values, except for parameter changes with temperature, are at  $T_A = 25^\circ\text{C}$ .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## TL494 PULSE-WIDTH-MODULATION CONTROL CIRCUITS

SLY5074B – JANUARY 1983 – REVISED JULY 1989

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range,  $V_{CC} = 15\text{ V}$ ,  $f = 10\text{ kHz}$  (unless otherwise noted)

### output section

PARAMETER	TEST CONDITIONS	TL494, TL494Y			UNIT
		MIN	TYP†	MAX	
Collector off-state current	$V_{CE} = 40\text{ V}$ , $V_{CC} = 40\text{ V}$		2	100	$\mu\text{A}$
Emitter off-state current	$V_{CC} = V_C = 40\text{ V}$ , $V_E = 0$			-100	$\mu\text{A}$
Collector-emitter saturation voltage	Common emitter $V_E = 0$ , $I_C = 200\text{ mA}$		1.1	1.3	V
	Emitter follower $V_{O(C1\text{ or }C2)} = 15\text{ V}$ , $I_E = -200\text{ mA}$		1.5	2.5	
Output control input current	$V_i = V_{ref}$			3.5	mA

† All typical values except for temperature coefficient are at  $T_A = 25^\circ\text{C}$ .

### dead-time control section (see Figure 1)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	TL494, TL494Y			UNIT
		MIN	TYP†	MAX	
Input bias current (DEAD-TIME CTRL)	$V_i = 0\text{ to }5.25\text{ V}$		-2	-10	$\mu\text{A}$
Maximum duty cycle, each output	$V_i$ (DEAD-TIME CTRL) = 0, $C_T = 0.1\text{ }\mu\text{F}$ , $R_T = 12\text{ k}\Omega$		45%		
Input threshold voltage (DEAD-TIME CTRL)	Zero duty cycle		3	3.3	V
	Maximum duty cycle	0			

† All typical values except for temperature coefficient are at  $T_A = 25^\circ\text{C}$ .

### PWM comparator section (see Figure 1)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	TL494, TL494Y			UNIT
		MIN	TYP†	MAX	
Input threshold voltage (FEEDBACK)	Zero duty cycle		4	4.5	V
Input sink current (FEEDBACK)	$V$ (FEEDBACK) = 0.7 V	0.3	0.7		mA

† All typical values except for temperature coefficient are at  $T_A = 25^\circ\text{C}$ .

### total device

PARAMETER	TEST CONDITIONS	TL494, TL494Y			UNIT	
		MIN	TYP†	MAX		
Standby supply current	$R_T = V_{ref}$ , All other inputs and outputs open	$V_{CC} = 15\text{ V}$		6	10	mA
		$V_{CC} = 40\text{ V}$		9	15	
Average supply current	$V_i$ (DEAD-TIME CTRL) = 2 V, See Figure 1		7.5		mA	

† All typical values except for temperature coefficient are at  $T_A = 25^\circ\text{C}$ .

### switching characteristics, $T_A = 25^\circ\text{C}$

PARAMETER	TEST CONDITIONS	TL494, TL494Y			UNIT
		MIN	TYP†	MAX	
Rise time	Common-emitter configuration, See Figure 3		100	200	ns
Fall time			25	100	ns
Rise time	Emitter-follower configuration, See Figure 4		100	200	ns
Fall time			40	100	ns

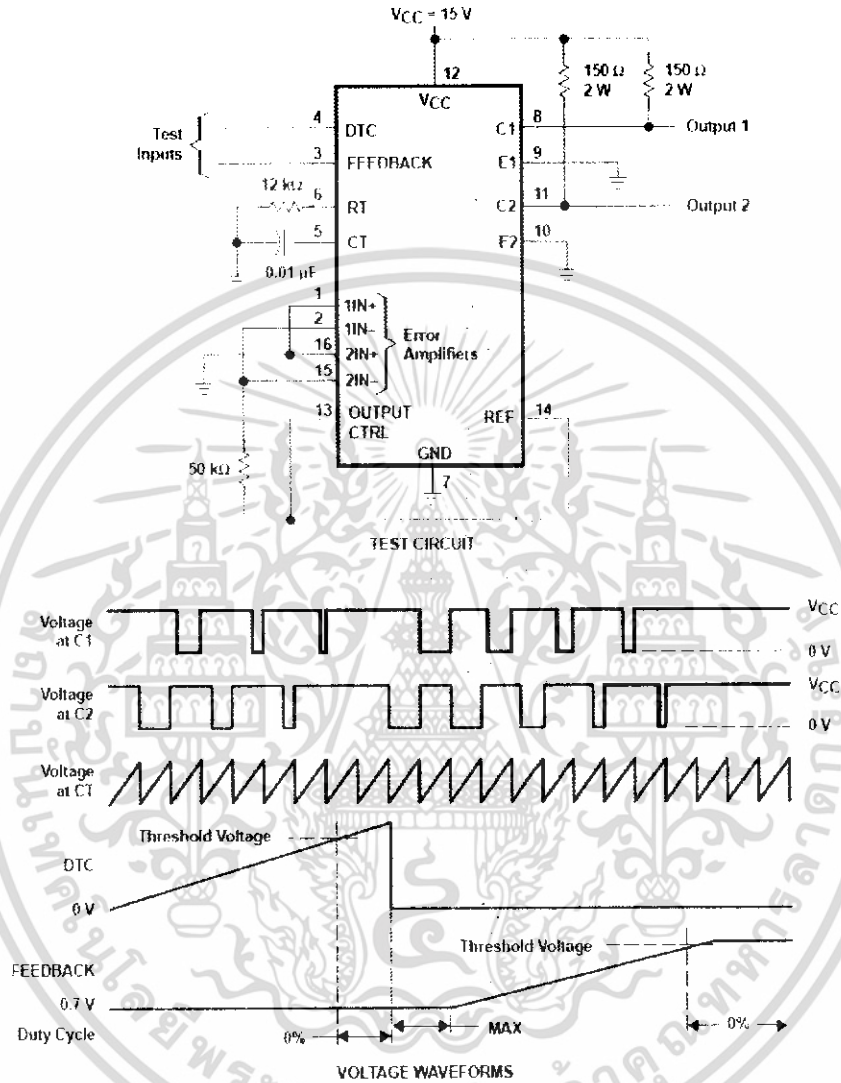
† All typical values except for temperature coefficient are at  $T_A = 25^\circ\text{C}$ .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**TL494**  
**PULSE-WIDTH-MODULATION CONTROL CIRCUITS**

SLV5074B – JANUARY 1983 – REVISED JULY 1996

**PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION**



**Figure 1. Operational Test Circuit and Waveforms**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**TL494**  
**PULSE-WIDTH-MODULATION CONTROL CIRCUITS**

SLVS074B - JANUARY 1985 - REVISED JULY 1996

**PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION**

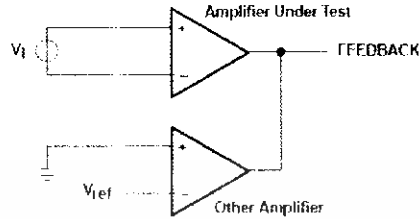


Figure 2. Amplifier Characteristics

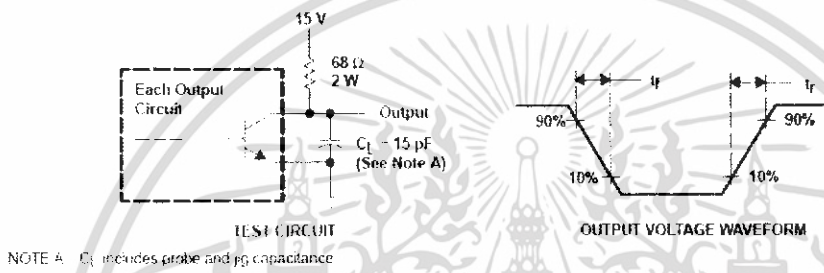


Figure 3. Common-Emitter Configuration

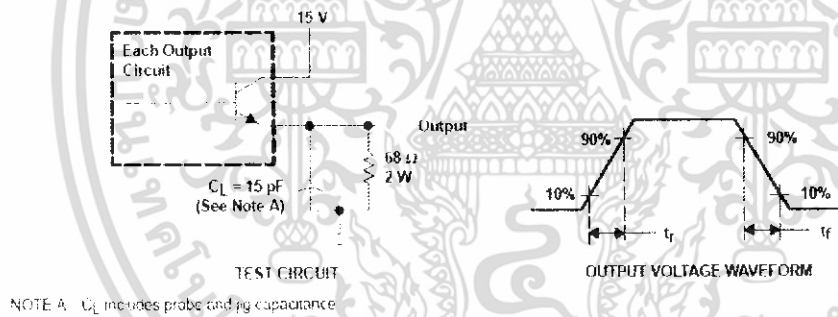


Figure 4. Emitter-Follower Configuration

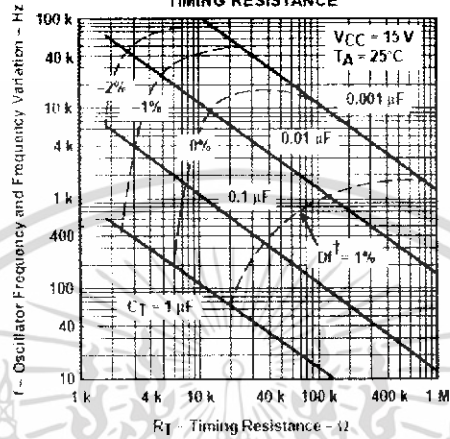
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**TL494**  
**PULSE-WIDTH-MODULATION CONTROL CIRCUITS**

SL/S074B—JANUARY 1985—REVISED JULY 1995

**TYPICAL CHARACTERISTICS**

**OSCILLATOR FREQUENCY AND  
FREQUENCY VARIATION†  
vs  
TIMING RESISTANCE**



† Frequency variation  $\Delta f$  is the change in oscillator frequency that occurs over the full temperature range.

Figure 5

**AMPLIFIER VOLTAGE AMPLIFICATION  
vs  
FREQUENCY**

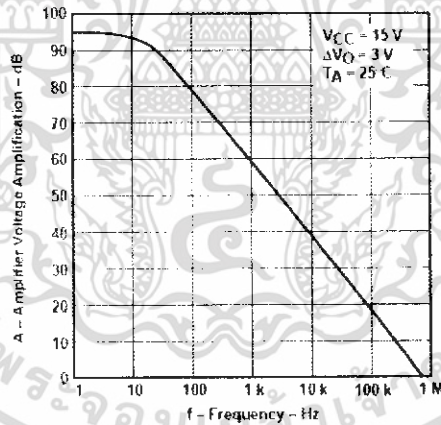


Figure 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### IMPORTANT NOTICE

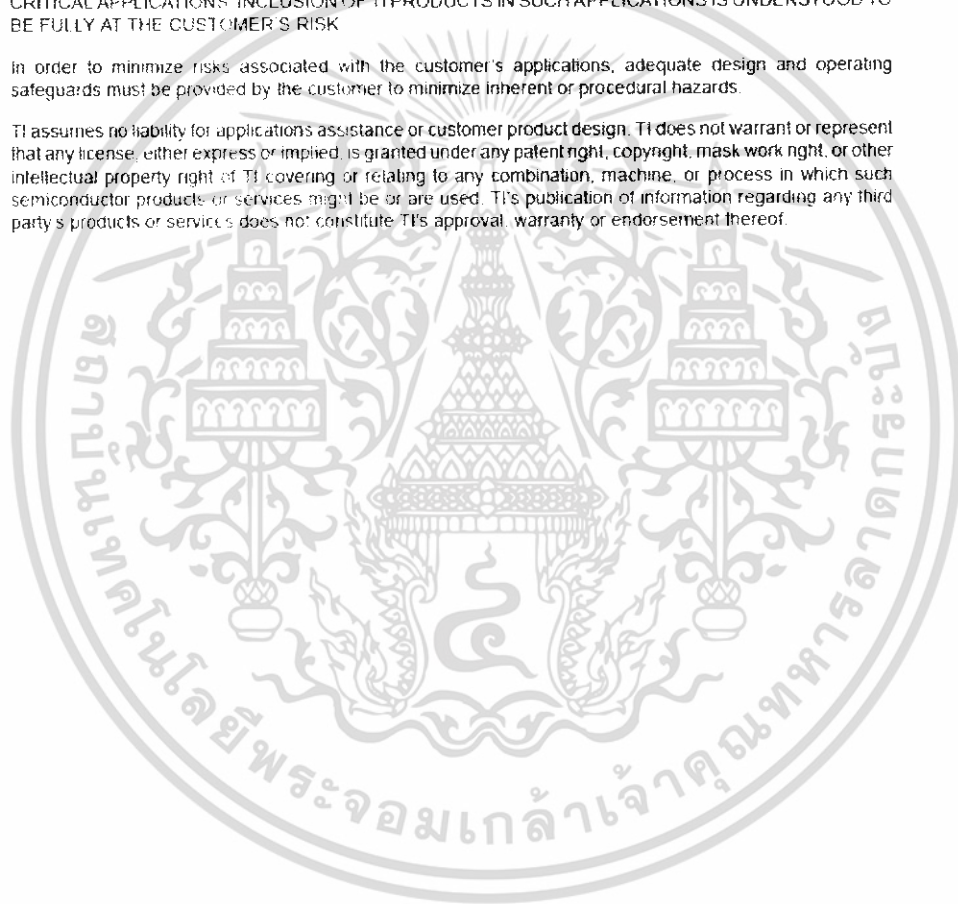
Texas Instruments and its subsidiaries (TI) reserve the right to make changes to their products or to discontinue any product or service without notice, and advise customers to obtain the latest version of relevant information to verify, before placing orders, that information being relied on is current and complete. All products are sold subject to the terms and conditions of sale supplied at the time of order acknowledgement, including those pertaining to warranty, patent infringement, and limitation of liability.

TI warrants performance of its semiconductor products to the specifications applicable at the time of sale in accordance with TI's standard warranty. Testing and other quality control techniques are utilized to the extent TI deems necessary to support this warranty. Specific testing of all parameters of each device is not necessarily performed, except those mandated by government requirements.

CERTAIN APPLICATIONS USING SEMICONDUCTOR PRODUCTS MAY INVOLVE POTENTIAL RISKS OF DEATH, PERSONAL INJURY, OR SEVERE PROPERTY OR ENVIRONMENTAL DAMAGE ("CRITICAL APPLICATIONS"). TI SEMICONDUCTOR PRODUCTS ARE NOT DESIGNED, AUTHORIZED, OR WARRANTED TO BE SUITABLE FOR USE IN LIFE-SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS OR OTHER CRITICAL APPLICATIONS. INCLUSION OF TI PRODUCTS IN SUCH APPLICATIONS IS UNDERSTOOD TO BE FULLY AT THE CUSTOMER'S RISK.

In order to minimize risks associated with the customer's applications, adequate design and operating safeguards must be provided by the customer to minimize inherent or procedural hazards.

TI assumes no liability for application's assistance or customer product design. TI does not warrant or represent that any license, either express or implied, is granted under any patent right, copyright, mask work right, or other intellectual property right of TI covering or relating to any combination, machine, or process in which such semiconductor products or services might be or are used. TI's publication of information regarding any third party's products or services does not constitute TI's approval, warranty or endorsement thereof.

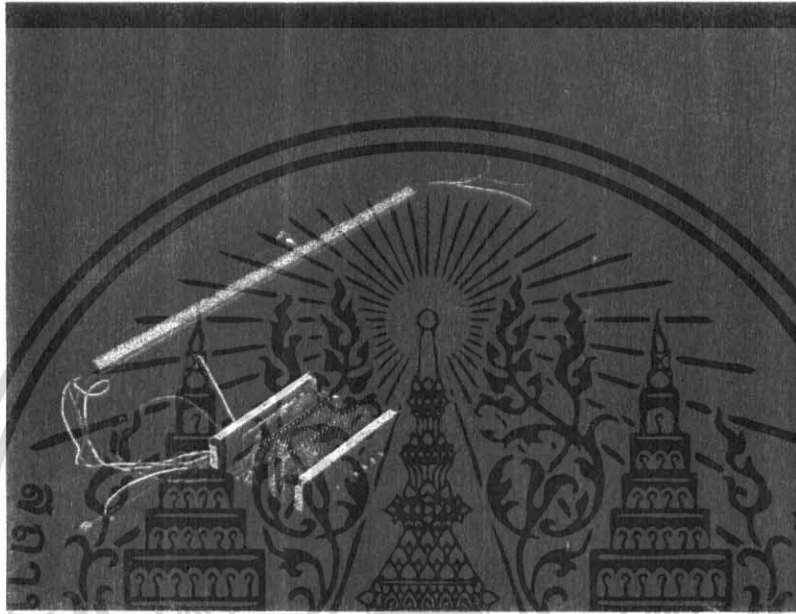


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

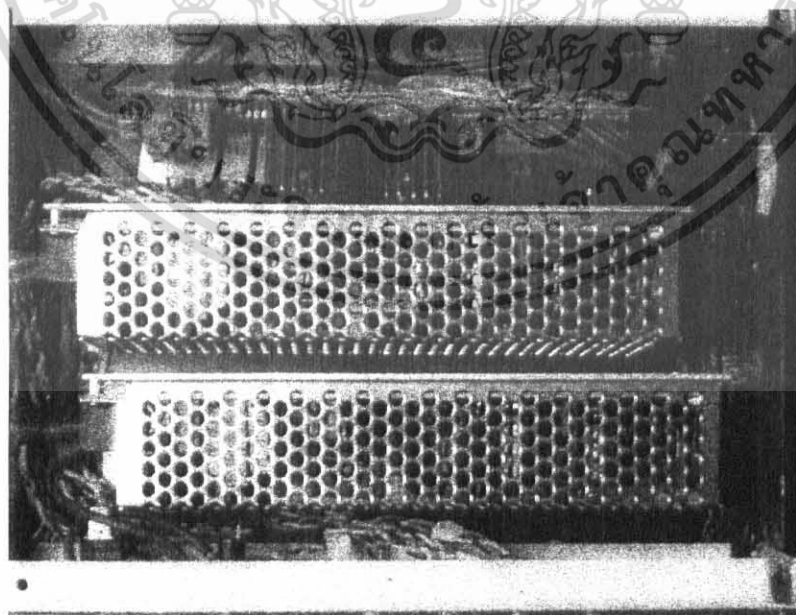
ภาคผนวก ข  
ข้อมูลอุปกรณ์

วงจรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- วงจรแสงสว่างจากหลอด LED สีเขียวและ LED สีน้ำเงิน

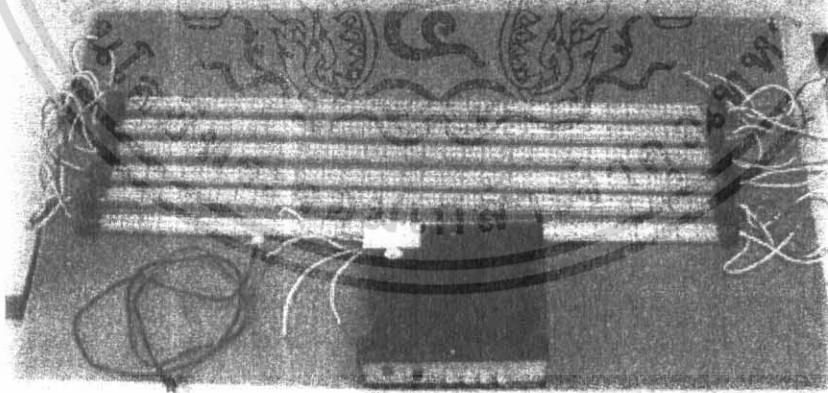
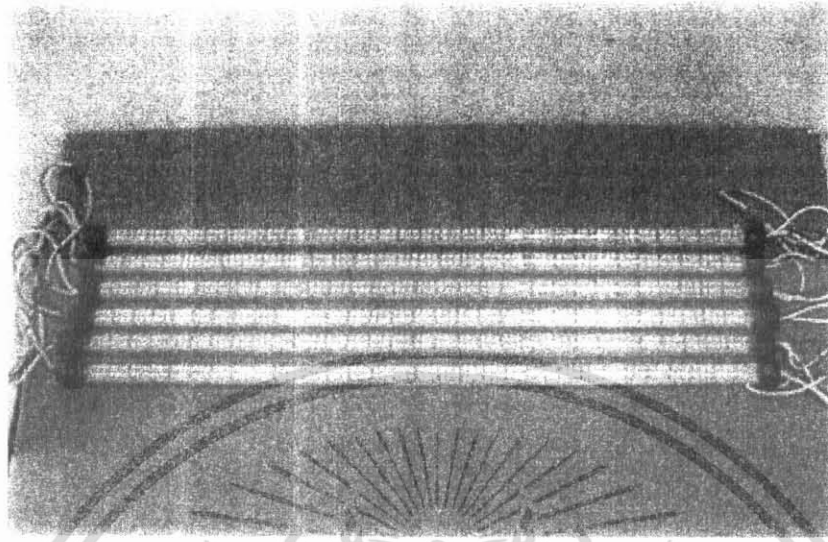


- วงจรแหล่งจ่ายไฟ (Power supply)



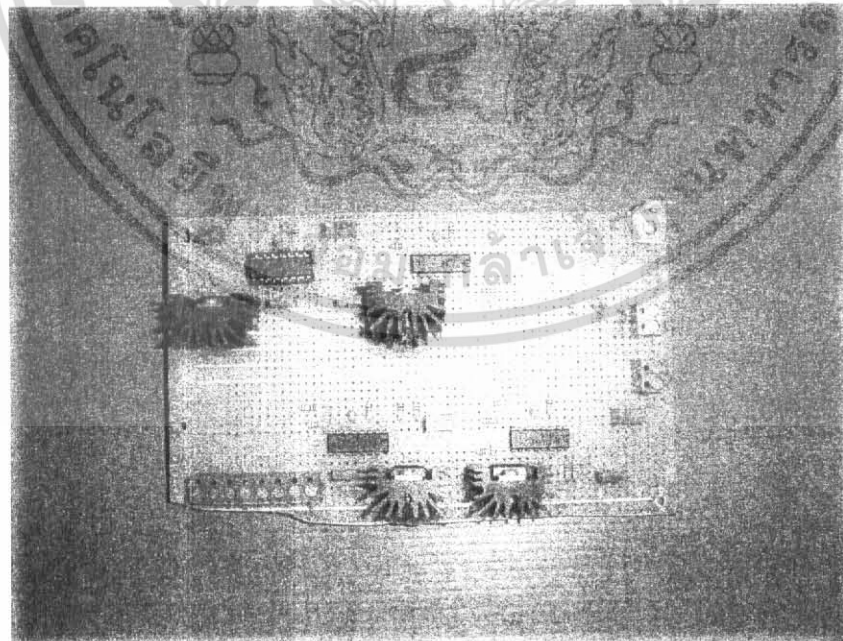
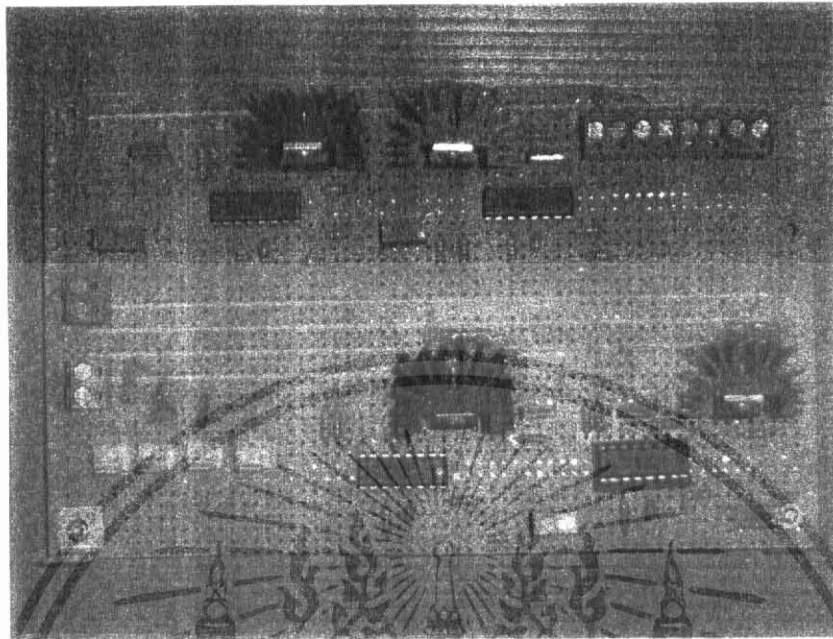
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หลอดโคม LED สีเขียว กับ สีน้ำเงิน



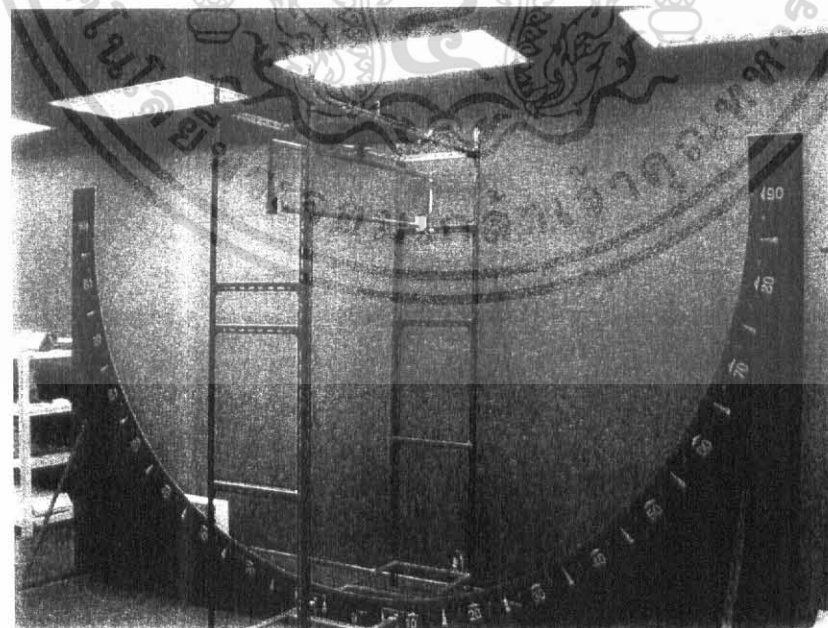
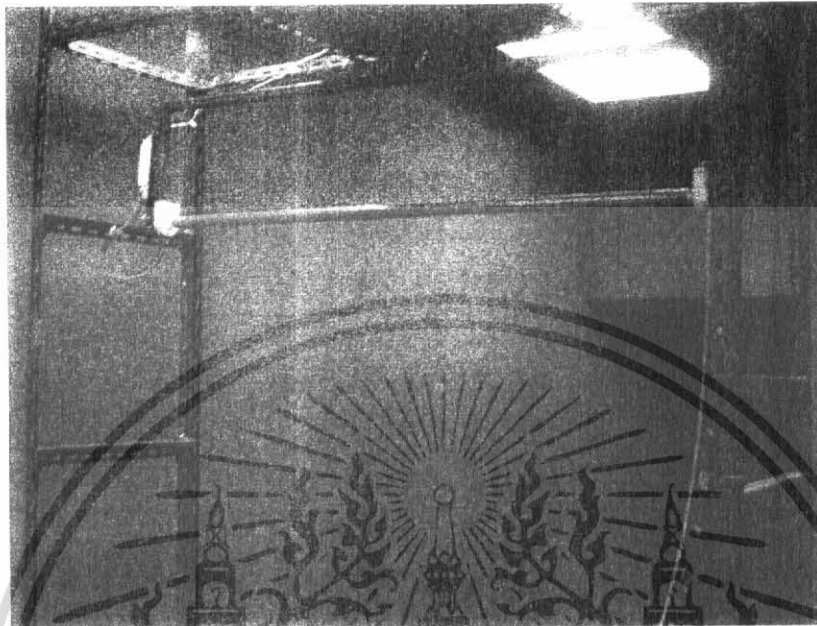
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วงจรควบคุมแรงดันเพื่อปรับความสว่างของหลอด LED

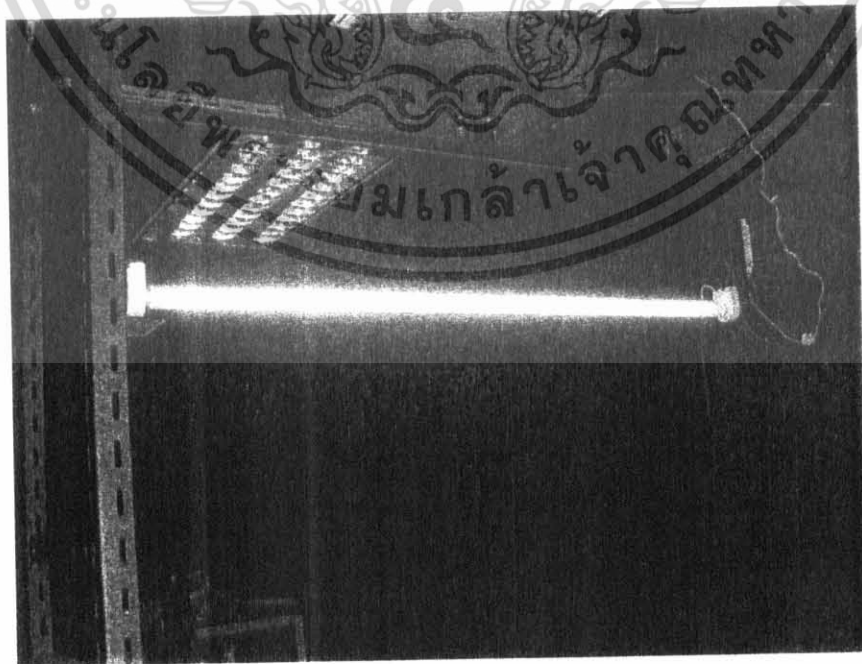
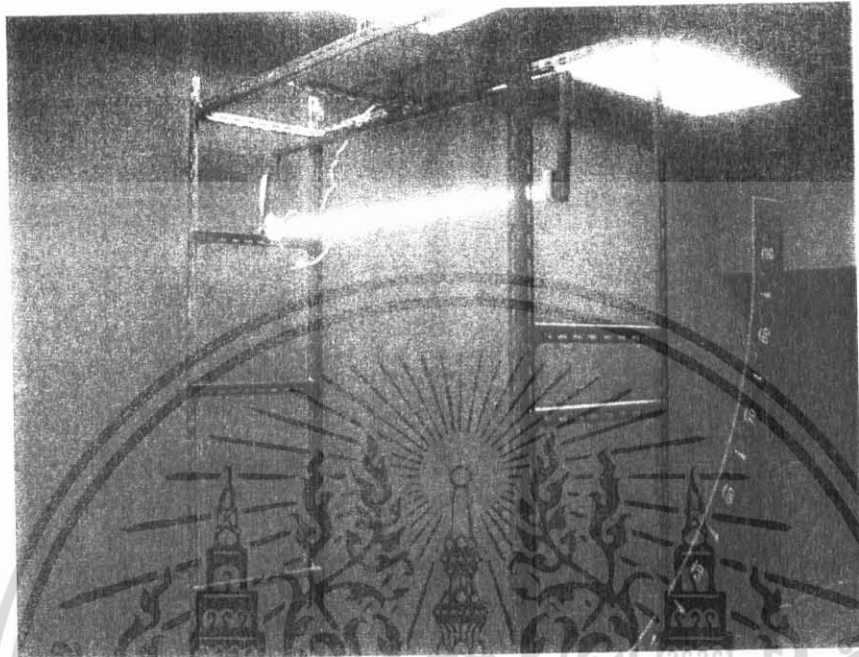


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หลอดฟลูออเรสเซนต์ สีเขียว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



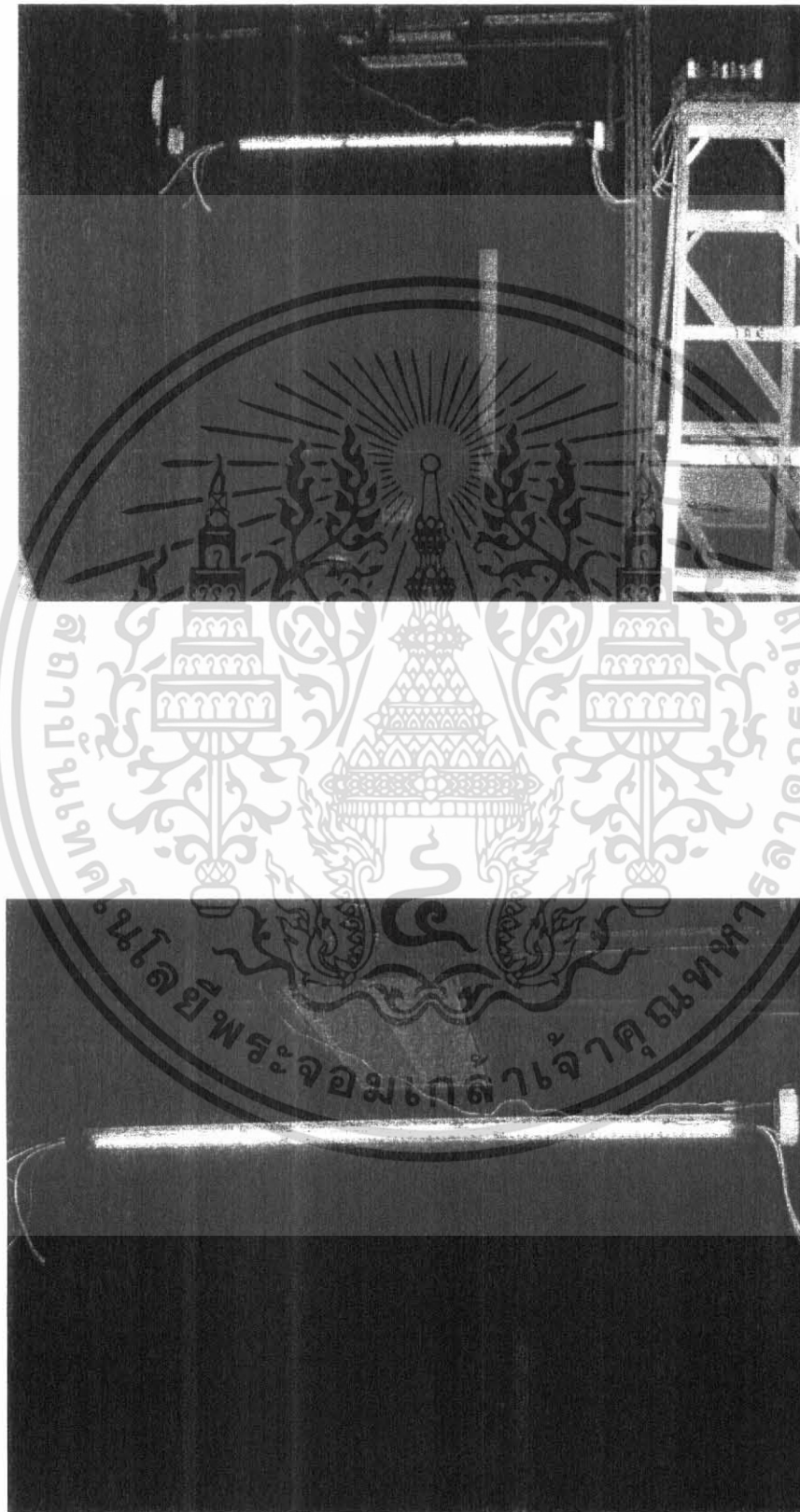
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หลอดฟลูออเรสเซนต์ สีน้ำเงิน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หลอด LED สีเขียว



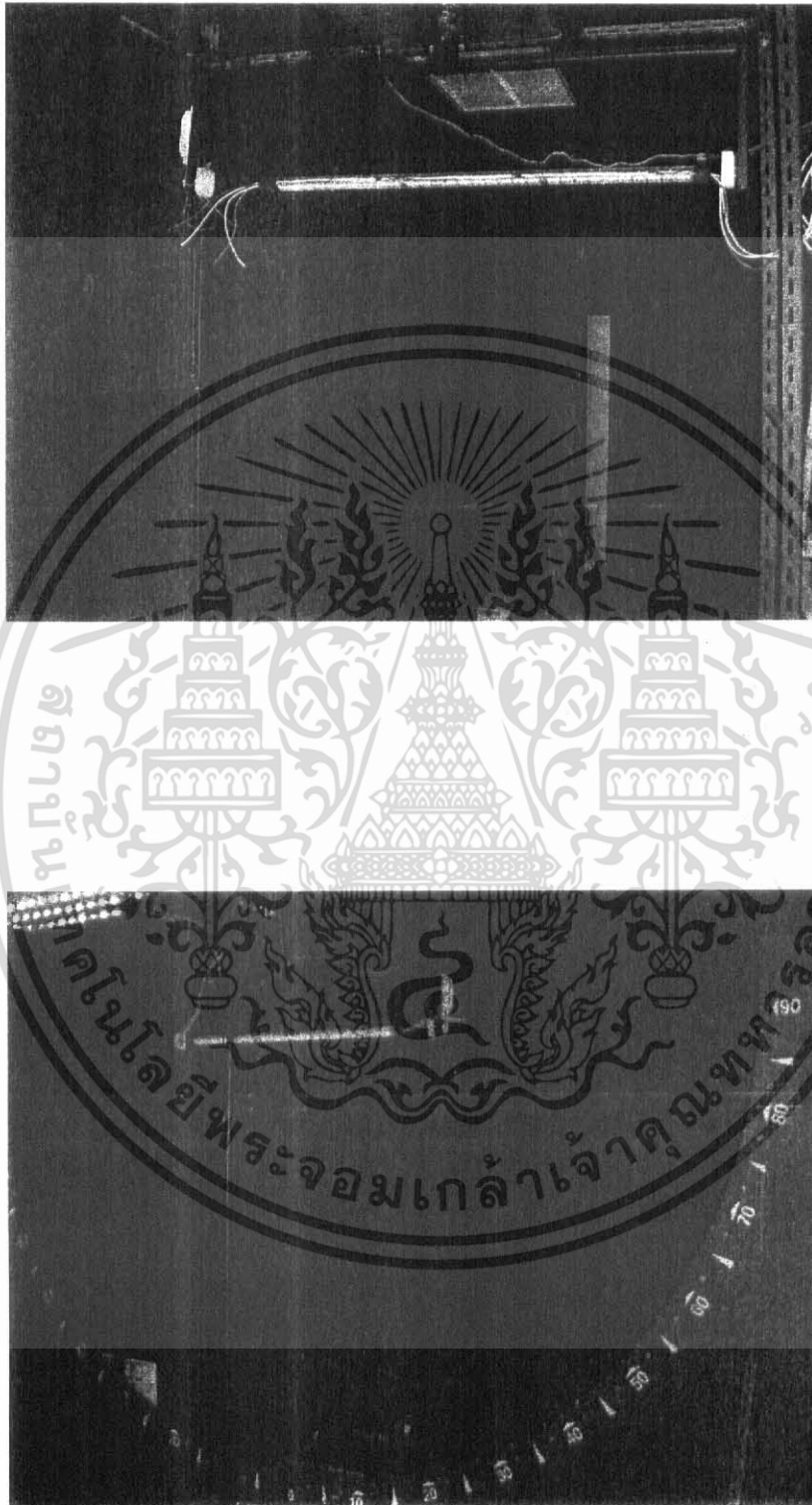
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หลอด LED สีน้ำเงิน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หลอด LED สีเขียว ผสม LED สีน้ำเงิน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้